魚肉ソーセージに関する研究—V.
魚肉ソーセージの色におよぼす L-アスコルビン酸およびエリソルビン酸の影響*

清水 亘・遠藤金次

(1961 年 6 月 20 日受理)

STUDIES ON FISH SAUSAGE—V.
EFFECT OF ERYTHORBIC ACID AND L-ASCORBIC ACID ON THE COLOR OF FISH SAUSAGE.

Wataru Simidu and Kinji Endo**

In order to obtain an objective measure of evaluating the surface color of fish sausage, reflactance spectra of fish sausage surfaces after various treatments (Fig. 1) and extinction ratios of them at 570/650 mμ (Table 1) were measured. It was confirmed that the ratio is useful to evaluate the surface color of fish sausage.

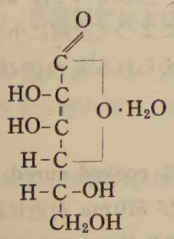
The effects of erythorbic acid on the formation of cured color and on the discoloration of fish sausage were compared with those of L-ascorbic acid, using E_{570}/E_{650} as an index in evaluating them. As shown in Table 1 and Fig. 2~4, the intensity of erythorbic acid in accelerating the color formation and protecting the discoloration was about the same as that of L-ascorbic acid.

魚肉ソーセージ類の色は畜肉製品の場合と同様に，その品質を左右する要因の1つであり，好ましい色の製品を造るために種種の工夫が行なわれている。赤身魚類を原料とする場合，その肉中に含まれるヘム色素を固定するために，亜硝酸処理を行なうのが普通である。このさい，色素固定を促進するため，さらに製造後の製品の退色を防ぐために，L-アスコルビン酸が用いられることが多い。

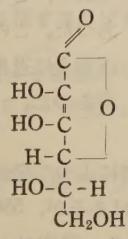
このL-アスコルビン酸の効果は，その還元力によるものであり，必らずしもL-アスコルビン酸でなくてもその目的を達するはずである。著者らはこのことを確かめるために，その効果を客観的に表現する方法を検討し，さらにL-アスコルビン酸とエリソルビン酸の効果を比較検討した。

---

* エリソルビン酸 (erythorbic acid) は別名を D-アラボアスコルビン酸または D-イソアスコルビン酸ともいい，L-アスコルビン酸の異性体の1つである。これらの構造式はそれぞれ次のようである。



エリソルビン酸



L-アスコルビン酸

** 京都大学農学部水産学教室 (Fisheries Dept., Kyoto Univ., Maizuru, Japan)

I. 色素固定および退色の程度の客観的表現

色を客観的に表現するのに C. I. E. system が一般に用いられているが，色の性質によつては便宜的に簡単な方法で表現される場合がある。人工着色料を含まないソーセージ類の色は，主として nitric oxide denatured globin hemochromogen と ferric denatured globin hemochromogen によつて支配されると考えられる[1]ので，それらの量を知ることによつて一義的に色を規定することができるはずである。HORNSEY[2] はアセトンおよび含塩酸アセトンでこれら色素を抽出し，その量を直接測定した。ERDMAN ら[3] はこの2つの形のヘム色素の量の比と密接な関係にある E_{570}/E_{650}（波長 570 mμ および 650 mμ における吸光度の比）によつて色素固定および退色の程度を知ることができると報告している。橋本ら[4] は多種類の肉類の反射率曲線を求め，ERDMAN ら[3] とほぼ同様の波長における反射率の比を赤色度と称し，これによつてソーセージ類の色を表現している。著者らは E_{570}/E_{650} によつて魚肉ソーセージの色素固定や退色の程度を知ることができるかどうかを調べた。

試料および実験方法

試料： マグロ肉またはクジラ肉に 0.02% の亜硝酸ソーダと種種の量の還元剤を混合し，ただちに，または一夜冷蔵庫（3~5°C）に放置した後，3% の食塩を加えて擂潰し，ライファン・ケーシングに入れ加熱したものを試料とした。

反射率測定： 島津製 QB-50 型分光光度計に反射率測定装置を取付けたものを用い，上記試料を輪切りにしたものの反射率を標準白板を対象として測定した。

実験結果

上記試料切口の切断直後および数時間放置後の反射率曲線の代表的なものを Fig. 1 に示す。この図の A および B はクジラ肉で造つた試料の切口の反射率曲線であり，A は切断直後，B は A を室内に放置して退色させたものである。C および D はマグロ肉で造つた試料の切口の反射率曲線であり，C は切断直後，D は C を退色させたものである。

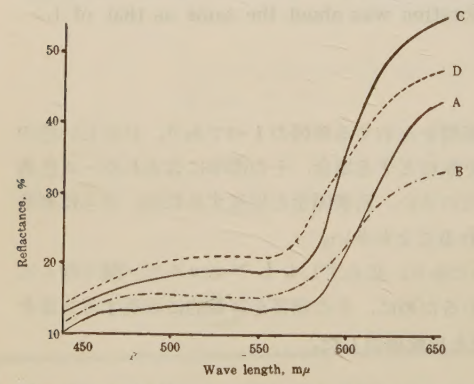


Fig. 1. Reflactance spectra for fish-sausages.
A: Freshly exposed surface of whale-sausage.
B: Light-faded surface of whale-sausage
C: Freshly exposed surface of tuna-sausage.
D: Light-faded surface of tuna-sausage.

この結果，退色によつて 570 mμ 付近の反射率が増大し，650 mμ 付近のそれがいちじるしく減少することが明らかになつた。また，図には示していないが，色素固定不完全な試料の反射率曲線が退色した試料のそれとよく似ていることも明らかになつた。

このことから ERDMAN ら[3] の提案に従つて E_{570}/E_{650} によつて退色や色素固定の程度を表現することが可能と考えられるので，種種の試料について，その値を計算した結果を Table 1 に示す。この結果から分るように E_{570}/E_{650} は切断直後の切口では 2.3~2.8 であり，とくに好ましい色のものでは 2.67~2.80 であつた。この値は退色によつて次第に小さくなり，ほぼ完全に退色したと認められるものでは 1.56~1.60 であつた。

考察

Fig. 1 の反射率曲線 A および C は多くの研究者によつて発表されている cooked cured meat の反射率曲線[5] とよく一致している。この曲線はわずかではあるが，550 mμ および 570 mμ 付近に吸光極大の存在を示している。これは hemochrome の特徴であり，魚肉ソーセージ類の色が畜肉製品と同様に nitric oxide denatured globin hemochromogen に負うところが大きいことを示すものである。反射率曲線 B お

Table 1. The value E_{570}/E_{650} of cooked cured meat after various treatments.

Type of meat	Curing time	Antioxidant added	E_{570}/E_{650}	Color
Fleshly exposed surface				
Whale	0 hrs.	—	2.27	dull pink
	0	0.1% A*	2.31	〃
	0	0.1% E	2.35	〃
Tuna	0	—	2.25	〃
	0	0.05% A	2.38	〃
	0	0.2% A	2.38	〃
	0	0.05% E	2.36	〃
	0	0.2% E	2.36	〃
	20	—	2.67	pink
	20	0.1% A	2.75	〃
	20	0.1% E	2.80	〃
Light-faded surface**				
Whale	0	—	1.58	brown
	0	0.1% A	2.05	brownish pink
	0	0.1% E	1.96	〃
Tuna	20	—	1.60	brown
	20	0.1% A	2.00	brownish pink
	20	0.1% E	2.01	〃

* A: L-ascorbic acid E: erythorbic acid
** Surface was exposed to light for 3~4 hours.

および D は ERDMAN ら[3] が cooked cured meat を赤血塩水溶液で処理し酸化退色させた場合の反射率曲線によく似ていて，著者らの測定範囲では 550 mμ 付近にのみわずかに吸光極大を示している。また長波長部における反射率が A および C に比べてかなり減少している。これらは hemichrome の特徴であり，退色によつて hemochrome から hemichrome への変化が起つたことを明らかに示すものである。

Table 1 の値を FRDMAN ら[3] の結果と比較するとよく一致している。すなわち，氏らの場合，8種の畜肉製品の新らしい表面の E_{570}/E_{650} は 2.42~2.82 (平均 2.59) で，これらを赤血塩で退色させた場合の E_{570}/E_{650} は 1.47~1.63 (平均 1.56) であつた。

これらの事実は，魚肉中のヘム色素の光学的性質と畜肉類のそれとの類似[6] から当然予想されるところではあるが，魚肉ソーセージの色素固定および退色の機構が畜肉製品の場合と同様であることを示すものである。さらに E_{570}/E_{650} が畜肉製品の場合と同様に魚肉ソーセージの色素固定および退色の程度を示す指標となることが確かめられた。すなわち，E_{570}/E_{650} は好ましい色のものでは 2.5 前後またはそれ以上，完全に退色したものでは 1.6 前後，色素固定不十分のものや中程度に退色したものでは，それらの中間の値を示すと考えられる。

II. 色素固定および退色におよぼすエリソルビン酸および L-アスコルビン酸の影響

エリソルビン酸のソーセージ類の色に対する影響についての報告は非常に少ない[7] が，その性質から考えて L-アスコルビン酸の場合とほとんど変らないと思われる。この推定を確かめるために，この実験を行なつた。

試料の製造および実験方法は第 I 部に記した通りである。

実験結果

(A) 色素固定におよぼす影響: 製造直後の試料の E_{570}/E_{650} を測定した結果は Table 1 の一部に示す通りである。この結果，エリソルビン酸と L-アスコルビン酸の色素固定促進効果は比較的小さく，むしろ

漬込み時間の影響のほうがはるかに大きいこと，エリソルビン酸と L-アスコルビン酸の影響の間にほとんど差がないことが明らかになつた。

(B) 退色防止効果：試料の切口を露出して室内に放置したさいの E_{570}/E_{650} の時間的変化を測定した結果を Fig. 2 に示す。この結果，還元剤を添加しない試料は約3時間でほとんど完全に退色するが，エリソルビン酸または L-アスコルビン酸を添加したものでは完全に退色するまでの時間がかなり延長されること，エリソルビン酸と L-アスコルビン酸の退色防止効果の間にはいちじるしい差がないことが明らかになつた。

試料をケーシングしたまま室内に放置し，一定時間ごとに輪切りにし，その切口の E_{570}/E_{650} を測定した結果は Fig. 3 に示す通りである。この試料は貯蔵中に外側から次第に退色した。還元剤の入つていない試料では約10日で，還元剤の入つている試料では約20日でフィルムに密着した部分はほとんど完全に退色するようである。輪切りにした切口ではその中心部が退色していないので，その切口の E_{570}/E_{650} の値には予期したほどの変化が示されていないが，この場合もエリソルビン酸と L-アスコルビン酸の退色防止効果の間には差がないようである。

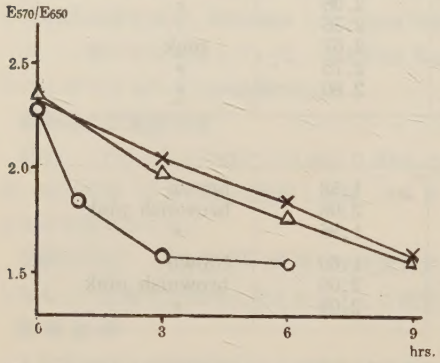


Fig. 2. Effect of erythorbic acid and L-ascorbic acid on the discoloration of fish sausage surface exposed to light.
○: Control.
×: 0.1% L-ascorbic acid added.
△: 0.1% erythorbic acid added.

貯蔵中の退色の過程をさらに正確に知るための1つの手段として，試料を輪切りにしたものを真空包装して貯蔵し，E_{570}/E_{650} の変化を測定した結果を Fig. 4 に示す。この場合 L-アスコルビン酸の退色防止効果はエリソルビン酸よりわずかに優れているようであるが，その差は小さい。エリソルビン酸添加の場合も L-アスコルビン酸添加の場合も，添加量が多いほど退色防止効果は大きい。しかしその量の差から期待されるほど大きい効果の差は認められなかつた。

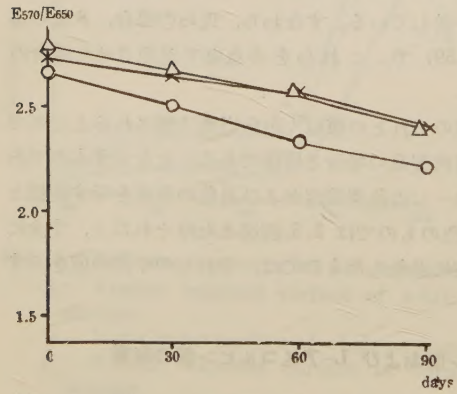


Fig. 3. Effect of erythorbic acid and L-ascorbic acid on the discoloration of fish sausage during storage.
○: Control.
×: 0.1% L-ascorbic acid added.
△: 0.1% erythorbic acid added.

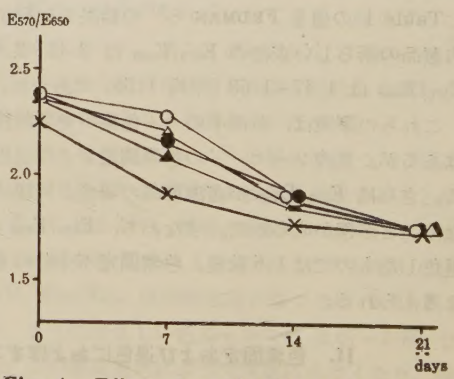


Fig. 4. Effect of erythorbic acid and L-ascorbic acid on the discoloration of fish sausage surface vacuum-packed during storage.
×: Control.
●: 0.05% L-ascorbic acid added.
○: 0.2% L-ascorbic acid added.
▲: 0.05% erythorbic acid added.
△: 0.2% erythorbic acid added.

考　察

色素固定のさいの原料肉中のヘム色素（以下ミオグロビン，Mb で代表する）の変化はつぎのように考えられている。すなわち，普通ヘム色素は MbO_2 として存在し，まず亜硝酸によつて酸化され met Mb となり，つぎに肉中の遊離 SH 基，添加した還元剤などによつて還元され Mb となり，これが還元的状態で亜硝酸から生ずる酸化窒素と結合して比較的安定な NOMb となり，加熱によつてグロビン部が凝固することによつて色素固定が完了する[1]。これらの変化のうち met Mb の Mb への変化の速度は他の変化に比べて遅く，色素固定の程度はこの変化の速度に大きく依存している。Table 1 に示したように還元剤を添加した試料の E_{570}/E_{650} が無添加のものに比べて大きいことは，WATTS ら[8] がヘモグロビンを用いて行なつたモデル実験の場合と同様に，met Mb の Mb への変化が速くなつた結果として色素固定が促進されたことを示すものと思われる。しかしながら，その促進の程度は，HORNSEY[9] が色素固定の程度とシステイン量の間に正の相関があることを明らかにしているように，肉自身がかなりの還元力を持つているので還元剤を添加しても，WATTS ら[8] のモデル実験の場合ほど大きくないようである。むしろ漬込み時間の影響のほうがはるかに大きい。

退色のさいのヘム色素の変化は第 I 部の考察で述べたように hemochrome の hemichrome への変化であり，photochemical oxidation[10] と考えられている。この酸化は Fig. 2～4 に示されるようにエリソルビン酸および L-アスコルビン酸によつてかなり防止される。そして，その退色防止効果はエリソルビン酸と L-アスコルビン酸の間に大きい差はないと考えられる。

III. 要　　約

1. 種種の条件で処理した魚肉ソーセージの切口の反射率曲線および E_{570}/E_{650} を測定した結果，E_{570}/E_{650} が色素固定および退色の程度を客観的に示す指標として有用なことを明らかにした。

2. エリソルビン酸および L-アスコルビン酸の色素固定促進効果および退色防止効果を調べた結果，両者の間に大きい差のないことを明らかにした。

文　　献

1) WATTS, B. M.: *Adv. Food Res.*, **5**, 1 (1955).
2) HORNSEY, H. C.: *J. Sci. Food Agric.*, **7**, 535 (1956).
3) ERDMAN, A. M. and WATTS, B. M.: *J. Agric. Food Chem.*, **5**, 453 (1957).
4) 橋本吉雄・安井　勉: 日畜会報, **26**, 77 (1955).
5) 例えば TAPPEL, A. L.: *Food Res.*, **22**, 479 (1957).
6) 松浦文雄・橋本周久: 本誌, **20**, 946 (1955).
7) 高畑京二: ニュー・フード・インダストリィ, **2**, (6), 47 (1960).
8) WATTS, B. M. and LEHMANN, B. T.: *Food Res*, **17**, 100 (1952).
9) HORNSEY, H. C.: *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 114 (1959).
10) KAMPSCHMIDT, R. F.: *J. Agric. Food Chem.*, **3**, 510 (1955).

食品防腐剤に関する研究—Ⅳ.
Pseudomonas fluorescens の抗生物質 (CTC) に対する耐性獲得について

興津知明・河端俊治

(1961 年 5 月 25 日受理)

STUDIES ON THE FOOD PRESERVATIVES—IV.
ACQUISITION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE BY *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*

Tomoaki Okitsu* and Toshiharu Kawabata**

Acquisition of resistance against chlortetracycline (CTC) by *Pseudomonas fluorescens*, which is closely associated with putrefaction of fish and shellfish, was studied. The results may be summarized as follows:

1. Three starins of *Ps. fluorescens* were exposed to CTC of either a constant dose at the maximal tolerance level (M. T. L.) of each strain or 0.1 ppm, or an increasing dose at M. T. L. at each stage.

After 60 successive subculturings in nutrient broth (Difco) containing a constant dose of CTC, the organisms acquired 4 to 16-fold higher resistance at the M. T. L. and 2 to 8-fold at 0.1 ppm, while the corresponding values obtained at the increasing dose were 16 to 64-fold that of the original culture (Figs. 1 and 2). The resistance acquired *in vitro* seemed to be comparatively stable since 25 successive subculturings of the *in vitro* resistant organisms in plain nutrient broth held almost the same level of their resistance.

2. A complete cross-resistance against CTC and oxytetracycline was observed. A slight cross-resistance against chloramphenycol was recorded with the CTC-resistant organisms, while that against streptomycine was not appreciable (Table 1).

3. No marked difference in the biochemical characters, especially those relating to putrefaction, was observed between the resistant and sensitive strains (Fig. 3).

4. The distribution curve of resistance of individual cells of a sensitive strain obtained by plotting the numbers of the colonies counted in agar plates added with various levels of CTC appears to be a S shape (Fig. 4), which indicates heterologous sensitivity to CTC by individual cells. While, the curves for the resistant descendants are composed of two linear lines crossing at nearly right angle, which means the majority of the individuals has the same level of resistance. Neither the sensitive nor resistant strain showed CTC-dependence because the largest number of colonies was counted in the plates without CTC.

ま え が き

前報[1] において CTC および OTC に対する *Proteus morganii* の耐性獲得について報告を行なつたが CTC 使用の実用価値を考えると，CTC に対する魚類の腐敗細菌の耐性獲得については十分な検討がなされなければならない。この点についての研究例は少なく，堀江ら[2] がスズキおよびブリより分離した細菌について行なつた例があるが，継代数も少なく術式も耐性獲得の困難といわれる平板法のみで行なつている点でさらに検討の余地が残されている。*Pseudomonas fluorescens* は魚肉腐敗細菌のなかで代表的なものとされており，CTC 処理魚肉より検出される耐性菌のなかでも主要なものである[2),3)]。そこで今回は *Ps. fluorescens* の標準株を用い，液体培養における恒量法および増量法によつて耐性獲得の実験を行ない，耐性菌

* 埼玉県衛生研究所 (Saitama Pref. Hyg. Lab., Omiya, Saitama, Japan).
** 国立予防衛生研究所 (Dep. of Food Cont., National Institute of Health, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan).

の性状などにつき検討を行なつた。

実　　験

実験 1. *Ps. fluorescens* の CTC に対する耐性獲得

1. 供試菌株

Ps. fluorescens IAM 1201 (NRRL B-10), IAM 1219, IAM 1507 (ATCC 9721).
（以上3株東大応微研より分与を受けた。）

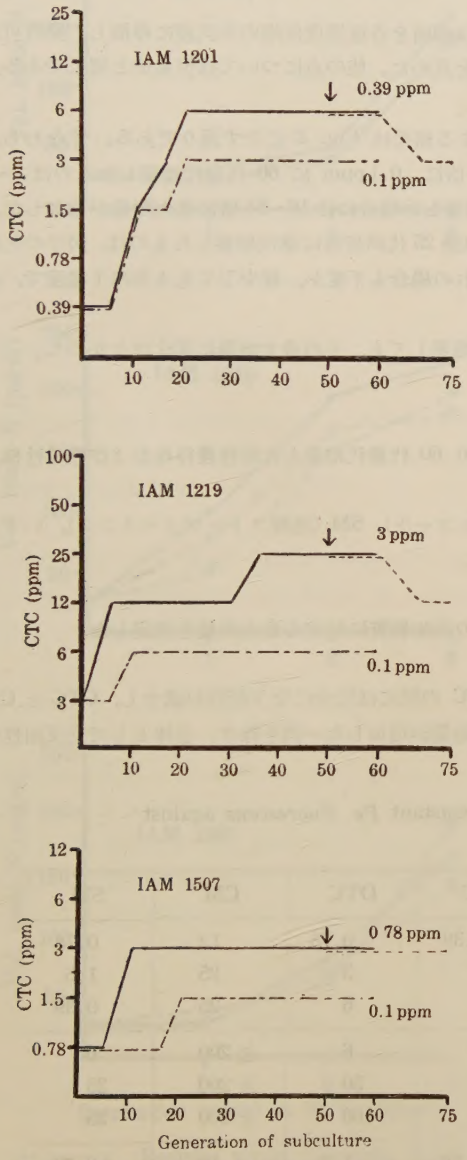


Fig. 1. Change in Maximum Tolerance Level of *Ps. fluorescens* exposed to a Constant Dose of CTC.

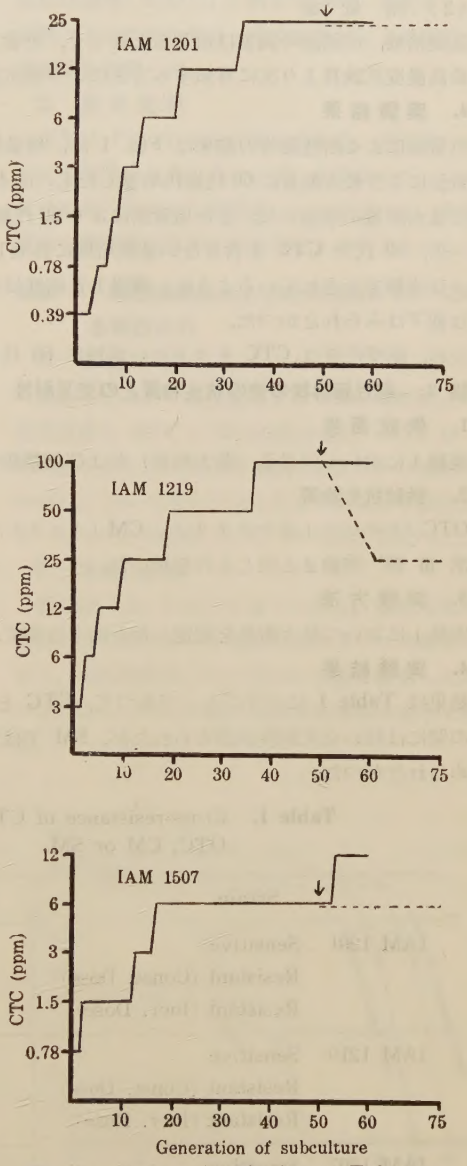


Fig. 2. Change in Maximum Tolerance Level of *Ps. fluorescens* exposed to an Increasing Dose of CTC.

Arrows represent the time of transplantation to the basal medium and the following dotted lines indicate the change in tolerance level of organisms.

2. 供試抗生物質

クロルテトラサイクリン塩酸塩 (CTC)　　日本レダリー製

3. 実験方法

（1） 恒量法

第Ⅲ報[1] 実験1にほぼ準じて行ない，培養温度は 30°C（本菌株について東大応微研で適温としている温度）を用いた。抗生物質供試液の原液は 1000 mcg/ml とした。

（2） 増量法

基礎培地，供試液の調製は恒量法と同じく，培養方法は細菌を各種濃度段階の供試液に移植し，発育可能の最高濃度試験算より次に移植する方法により漸次濃度を高めた。他の点については恒量法と同じである。

4. 実験結果

恒量法による耐性獲得の結果は Fig. 1 に，増量法による結果は Fig. 2 に示す通りである。すなわち，恒量法により最大耐量に 60 代継代培養したものは 4～16 倍に，0.1 ppm に 60 代継代培養したものは 2～8 倍に最大耐量が増加した。また増量法により 60 代継代培養した場合には 16～64 倍に最大耐量が増加した。

一方，50 代で CTC を含まない基礎培地に移植し，以後 25 代同培地に継代培養したものは，図中の矢印および点線で示されているように，獲得した耐性はいずれの場合も不変か，減少しても 4 分の 1 程度で，急速な低下はみられなかつた。

なお，感受性株は CTC を含まない培地に 60 代継代培養しても，その最大耐量に変化はなかつた。

実験 2. 耐性獲得株の他の抗生物質との交叉耐性

1. 供試菌株

実験1において恒量法（最大耐量）および増量法により 60 代継代培養した耐性獲得株および感受性株。

2. 供試抗生物質

OTC（オキシテトラサイクリン），CM（クロラムフェニコール），SM（硫酸ストレプトマイシン）。いずれも第 Ⅲ 報[1] 実験2と同じものを用いた。

3. 実験方法

実験1において最大耐量を測定したと同じ方法で，他の抗生物質に対する最大耐量を測定した。

4. 実験結果

結果は Table 1 に示すごとくであつて，CTC と OTC の間には完全に交叉耐性が成立し，CTC と CM との間には軽い交叉耐性が認められたが，SM では最大耐量が増加した一例を除き，全体として交叉耐性は認められなかつた。

Table 1. Cross-resistance of CTC Resistant *Ps. fluorescens* against OTC, CM or SM.

Strain		CTC	OTC	CM	SM
IAM 1201	Sensitive	0.39	0.78	12	0.78
	Resistant (Const. Dose)	6	3	25	1.5
	Resistant (Incr. Dose)	25	6	25	0.39
IAM 1219	Sensitive	3	6	≧ 200	6
	Resistant (Const. Dose)	25	50	≧ 200	25
	Resistant (Incr. Dose)	100	100	≧ 200	25
IAM 1507	Sensitive	0.78	1.5	12	0.78
	Resistant (Const. Dose)	3	3	25	0.39
	Resistant (Incr. Dose)	12	6	50	0.19

Results are expressed as maximum tolerance level in ppm.

実験 3. 耐性獲得株の性状変化

恒量法（最大耐量）および増量法による耐性獲得株と感受性株につき，糖分解能，ゼラチン液化性について比較した結果相違はみられなかつた。さらに揮発性塩基の産生能につき，次のように検討を行なつた。

1. 実験方法

耐性株および感受性株を 1 代基礎培地（実験 1）に植え，これを 1 白金耳宛 50 m*l* のサバエキス（調製法は前報[1] に同じ）に植えて 30°C に放置し，一定時ごとに試料を採り，微量拡散法により揮発性塩基窒素を測定した。

2. 実験結果

結果は Fig. 3 に示す通りである。耐性株のほうがやや揮発性塩基の産生が低い例があるが，この場合は細菌の生育が比較的弱いためであつて，耐性獲得株の揮発性塩基産生能の変化とは考えられない。

実験 4. 耐性獲得株および感受性株の CTC に対する耐性分布

1. 実験方法

実験 1 において耐性獲得した IAM 1219 株とその感受性株を 30°C に 24 時間培養し，CTC を 0～200 ppm 含んだ nutrient agar（pH 7.0 の nutrient broth に 2% の寒天を加えたもの）により菌数測定を行なつた。判定は 30°C, 24 時間で行なつた。

2. 実験結果

結果は Fig. 4 に示す通りである。感受性株の耐性度の分布はゆるやかに傾斜したカーブであるのに対し，耐性獲得株はほぼ水平から急に傾斜したカーブを示した。一般に耐性獲得株の集落は微小であつた。

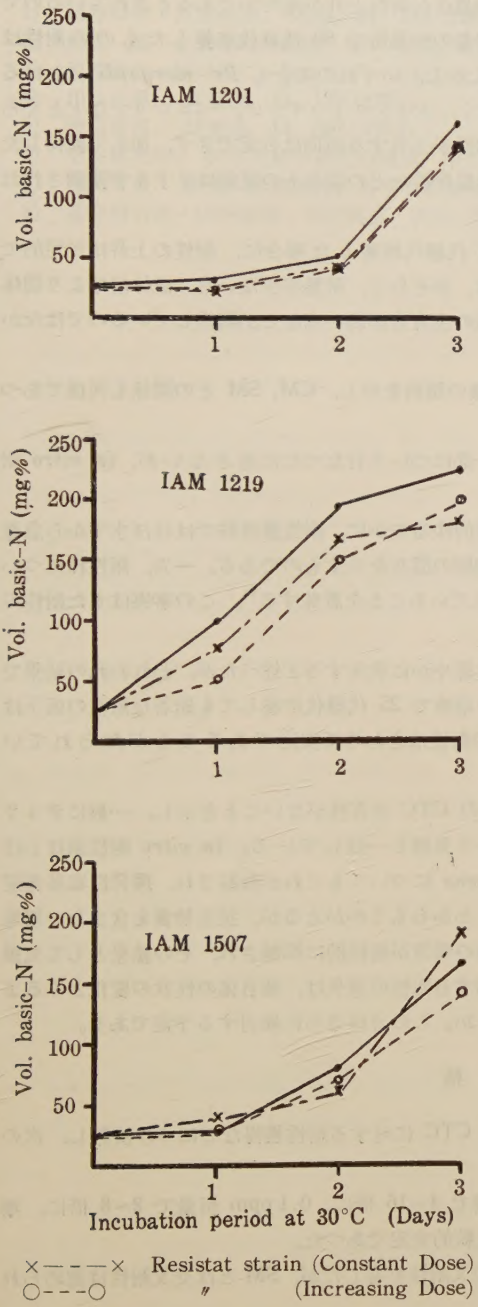


Fig. 3. Formation of Volatile Base by Sensitive and Resistant Strains of *Ps. fluorescens* in Mackerel Infusion.

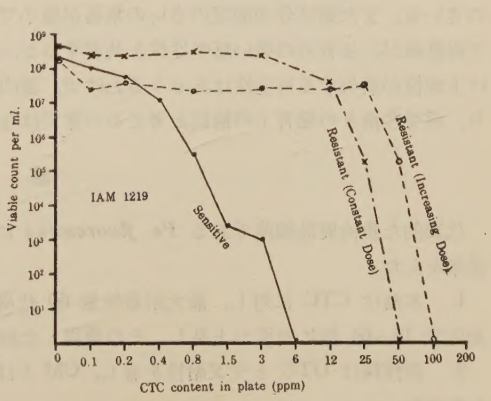


Fig. 4. Distribution Pattern of Viable Counts of *Ps. fluorescens* exposed to Various Concentration of CTC.

考　　察

前報[1]における考察でも述べたように，抗生物質処理魚中における細菌の耐性の上昇をみるためのもつとも自然に近い実験方法は恒量法であるが，試験管内では増量法が耐性上昇が速やかであるとされているので今回は比較の意味で増量法も併用した。その結果，最大耐量の恒量法で 60 代継代培養したものの耐性は 4～16 倍に増加し，増量法では 16～64 倍に増加した。しかし，いずれの場合も *Pr. morganii* における場合[1]と同じく細菌の CTC に対する耐性獲得の程度は低く，ストレプトマイシン，ペニシリンなどとくらべてむしろ困難であるといえる。しかし，多少なりとも耐性が上昇する傾向は否定できず，加えて獲得した耐性が比較的安定であることと考え合わせると，清潔，低温保持などの衛生上の原則はますます強調されねばならない。

堀江ら[2]は *Ps. fluorescens* を CTC 含有の平板に 15 代継代培養した場合に，耐性の上昇は否定的であつたという。同氏らが陰性の結果をえた原因については，おそらく，菌量が少ない点，液体培地より固体培地におけるほうが耐性獲得をしにくい点[4]，耐性獲得株の生育力が弱い点などが関係しているのではなかろうか。

CTC と OTC との間の交叉耐性は他の細菌の場合と同様の傾向を示し，CM, SM との関係も同様であつた。

耐性獲得株の性状の観察は，その生物学的性質のごく一部について行なつたに過ぎないが，*in vitro* 耐性菌に往々観察される性状の変化[5),6)]はみられなかつた。

耐性獲得株に感受性株の耐性分布は，感受性株では比較的ゆるやかに，耐性獲得株ではほぼ水平から急激に傾斜した。これは感受性株中における種々の耐性度の細胞の混在を示すものである。一方，耐性株については CTC に対し比較的均一な耐性細胞によつて占められていることを意味する[6]。この事実はまた耐性の安定性を裏付けるものである。

富山[7]は耐性菌の耐性は薬剤の存在しない状態に移すと速やかに消失すると述べたが，われわれの結果では前報[1]と同じく耐性は比較的安定で，CTC を含まない培地で 25 代継代培養しても顕著な耐性の低下は認められなかつた。自然耐性菌（赤痢菌）の場合は，その耐性はきわめて安定であることが知られている[8]。

また耐性分布曲線の山が 0 ppm にあることは，耐性株の CTC 依存性がないことを示し，一般にテトラサイクリン系薬剤依存性を有する耐性菌は稀である[6]という見解と一致している。*in vitro* 耐性菌はしばしば増殖率の低下が認められている[6),8)]が，*Ps. fluorescens* についてもこれが観察され，揮発性塩基測定のさいも，また耐性分布測定のさいの集落が微小であることからもうかがえるが，抗生物質を含まない培地で耐性株が，生育力の強い感受性株と共存すると，耐性菌の発育が拮抗的に抑制され，その結果として見掛け上耐性が消失する可能性はありうるわけで，富山の指摘する耐性の消失は，菌自体の性状の変化とみるより，感受性菌との発育上の拮抗と考えるべきではなかろうか。この点はさらに検討する予定である。

総　　括

代表的な魚肉腐敗細菌である *Ps. fluorescens* につき，CTC に対する耐性獲得などにつき検討し，次の結果をえた。

1. 本菌は CTC に対し，最大耐量恒量 60 代継代培養で 4～16 倍に，0.1 ppm 恒量で 2～8 倍に，増量法で 16～64 倍に耐性が上昇し，その獲得した耐性は比較的安定であつた。

2. 耐性株は OTC と交叉耐性を有し，CM とは軽く交叉耐性を有したが，SM とは交叉耐性は認められなかつた。

3. 耐性獲得による菌の性質，ことに腐敗に関係する性質の変化は認められなかつたが，感受性菌に比し発育力の低下がみられた。

4. 耐性分布からみて，感受性株には種々な耐性度の菌が混在しているのに，耐性株では耐性度がかなり均一であることがわかつた。また耐性株は CTC 依存性を有しなかつた。

文　　献

1) 興津知明・河端俊治：本誌，**27**，243 (1961).
2) 堀江　進・佐伯和昭・関根　隆：本誌，**27**，188 (1961).
3) 河端俊治・阪口玄二・阪口澄子・中村友光子・赤野多恵子・興津知明：本誌，**26**，300 (1960).
4) 川口正典：日細菌，**12**，189 (1957).
5) 渡辺哲郎：日細菌，**14**，807 (1959).
6) 中谷林太郎：医学生物学最近の展望，第1集，109 (1960).
7) 富山哲夫：魚類の鮮度保持に対する抗生物質の効果と安全性に関するシンポジウム (1961).
8) 落合国太郎・山中敏樹・木村勝直・沢田　収：日本医事新報，**1861**，34 (1959).

ブリ油について—Ⅳ.
幽門垂のアセトン可溶性脂質およびレシチン

露木英男・成瀬宇平

(1961 年 4 月 25 日受理)

ON THE YELLOWTAIL OIL—IV.
ACETONE-SOLUBLE LIPID AND LECITHIN IN PYLORIC APPENDAGES

Hideo Tsuyuki and Uhei Naruse*

The characteristics of the acetone-soluble lipid and lecithin contained in the pyloric appendages of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, were studied from the view point of lipid metabolism of fish.

The acetone-soluble lipid was obtained in the yeild of 5.46% from the fresh pyloric appendages. The characteristics of this lipid are given in Table 1.

Lecithin purified from the lecithin fraction was obtained in the yield of 0.20% from the fresh samples. The properties of the purified lecithin are shown in Table 2.

Spectrum of the alkali-isomerized liquid acids separated from the lecithin indicated the presence of conjugated tri-to pentaenoic acids in the lecithin. According to rough calculation, the composition of the conjugated fatty acids of the lecithin seems to consist of 37.44% saturated and 62.56% unsaturated acids.

The paper chromatography indicated the presence of myristic, palmitic, stearic, zoomaric, oleic, linolic and linolenic acids in the lecithin.

本邦産水産生物の複合脂質に関する既往の文献を調べると，五十嵐ら[1] のマグロ肉，サケ卵，サケ肉，コイ卵，スケソウタラ卵，タラバガニ卵などに関する広範な研究および著者ら[2),3)] のキンメダイ，アカカマス，ブリ肝臓，マアジ，マサバに関する研究などがあるが，魚類の脂質代謝の見地から考えると複合脂質の研究はきわめて重要である。

ブリ，*Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, の幽門垂は脂肪蓄積組織として多量の脂質を含有しているので，油脂工業上重要な採油原料になるばかりでなく，脂質代謝の見地からも重要な研究対象となるものである。そこで著者ら[4)] はさきにブリ幽門垂油の一般性状および脂肪酸組成の季節的変化について研究した。しかし，魚類幽門垂の複合脂質に関する研究は未だ行なわれておらず，もちろんブリについても行なわれていない。

そこで著者らはブリの幽門垂から各種脂質を分別抽出してそれぞれの性状を調べたが，本報ではアセトン可溶性脂質およびレシチンについて報告し，次報においてケファリンおよびスフィンゴ脂質について報告する。

実験および結果

1. 試料 試料は 1959 年 4 月 12 日，小田原市東郊の小八幡漁場で漁獲した 30 尾のブリの幽門垂

* 日本大学農獣医学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Coll. Agr. and Vet. Med., Nihon Univ., Setagaya, Tokyo, Japan).

(5100g) であつて，これらの試料は漁獲後直ちに解剖して得た生鮮なものである (Fig. 1)。

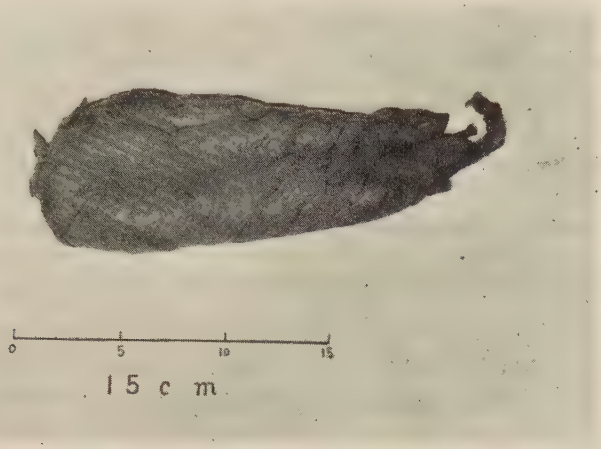


Fig. 1. Pyloric appendages of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*.
Photo by TSUYUKI.

2. アセトン可溶性脂質およびレシチンの抽出　魚体を解剖して得た生鮮幽門垂 5100g を直ちに冷蔵し，5時間後に研究室で次のように処理した。すなわち，磨砕した試料を5倍量のアセトンで5回室温で抽出をくり返し，アセトン抽出物 299.34g を得た。次に試料のアセトン抽出残分を5倍量の 95% エタノールで5回抽出して 49.86g のエタノール抽出物を得た。これを前述のアセトン抽出物と合一後，5倍量のアセトンで3回抽出を行ない，アセトン可溶部 286.55g とアセトン不溶部 61.05g を得た。前者に対してはエチルエーテルで抽出をくり返し，抽出液より溶媒を留去してエチルエーテル抽出物 281.35g を得た。更にこの抽出物をアセトンで抽出して 278.30g のアセトン可溶性脂質を得た。次に後者のアセトン不溶部 61.05g を少量のエーテルから多量のエタノールによつて抽出をくり返し，エタノール可溶性脂質(粗レシチン区分) 52.80g とエタノール不溶物 7.67g に分別した。なお，後者および試料のアセトン抽出残分をエタノールで抽出した残分は次報において用いた。

この際，脂質抽出液などの濃縮および溶剤留去のような操作はすべて減圧下，窒素ガス気流中で行なつた。

3. アセトン可溶性脂質の一般性状　アセトン可溶性脂質の一般性状は Table 1 に示すとおりである。

Table 1. Characteristics of acetone-soluble lipid from pyloric appendages.

Yield		n_D^{30}	Acid	Sapon.	Iodine	Unsapon. matter	Nitrogen	Phosphorus	Choline	Serine
g	%*		value	value	value	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
278.30	5.46	1.4787	2.4	184.5	151.4	1.39	0.11	0.23	0.54	0.10

* Percentage of acetone-soluble lipid from fresh sample.

ヨウ素価は WIJS 法，窒素はミクロケルダール法，リンは BEVERIDGE and JOHNSON 法[5]，コリンは GLICK 法[6]，セリンは LEVINE and CHARGAFF 法[7]によつて測定した。なお，ジギトニン法によつて測定した不ケン化物のステリン含量は 19.17% であつた。

ブリ幽門垂の煮取油の脂肪酸組成については著者ら[4]がすでに報告しているので，本研究においてはアセトン可溶性脂質の脂肪酸組成に関する研究を省いた。

4. レシチンの精製および一般性状　前記ブリ幽門垂の粗レシチン区分(エタノール可溶性脂質) 52.80g を 15 倍容のエタノールに溶解し，これに塩化カドミウムのエタノール飽和溶液をこれ以上沈殿が生じなく

なるまで加え，一夜氷室に放置後，吸引口過してレシチンの塩化カドミウム複塩 63.22g を得た。これを 15 倍容のクロロホルムに溶解し，更に等容の 30% エタノールを添加してよく振とうし，塩化カドミウムを除去後，クロロホルム層を分取し，これより溶媒のクロロホルムを留去して粗レシチン 27.38g を得た。これをエタノールの 3% 溶液に調製してアルミナカラム (3.5×40 cm) を通し，エタノールで溶出して溶出液より溶媒のエタノールを留去し，精製レシチン 10.45g を得た。その性状は Table 2 に示すとおりである。

この際，ヨウ素価，リン，窒素，コリンはアセトン可溶性脂質の場合と同様の方法で測定したが，グリセリンは RAMSAY and STEWART 法[8]，アルデヒドは RAPPORT and ALONZO 法[9] によつて定量した。

Table 2. Characteristics of lecithin from pyloric appendages.

Yield		Phosphorus	Nitrogen	Choline	Glycerine	Aldehydes	Iodine	N/P**	Choline/P**	Glycerine/P**
g	%*	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	value			
10.45	0.20	3.92	1.82	14.71	11.81	trace	64.95	0.97	0.96	1.01

* Percentage of lecithin from fresh sample. ** Molar ratio.

5. レシチンの構成脂肪酸 前記の精製レシチン 8.0g を 2N-KOH アルコール液で 1 時間ケン化して混合脂肪酸 4.25g を得た。更にこの混合酸 3.0g を鉛塩エタノール法[10]によつて固体酸 1.35g と液体酸 1.49g に分別した。これらの脂肪酸の性状は Table 3 に示すとおりである。

Tabie 3. Fractionation of conjugated fatty acids from lecithin.

Characteristics / Acids	%	Neutralization value	Iodine value
Conjugated fatty acids	—	203.4	118.6
Solid fatty acids	47.54	211.3	19.1
Liquid fatty acids	52.46	194.9	206.5

次に混合脂肪酸 20mg を無水エタノールに溶解し，*p*-bromophenacyl bromide を加えて 2 時間還流加熱後冷却し，1% の 2,4-dinitrophenyl hydrazine の 2N-HCl メタノール溶液を加え，室温に 3 時間放置して脂肪酸の *p*-bromophenacyl-ester-2,4-dinitrophenyl hydrazone を生成した。これをエーテルで抽出し，その抽出液を水洗脱水後，2 等分した。次にそれぞれを 1 ml に濃縮した後，一方に酢酸第 2 水銀の無水メタノール液を加え，40°C で 40 分間還流加熱し，冷却後ベンゼン 1 ml，水 10 ml，酢酸 1 滴を加え，上部に分層したベンゼン・エーテル液を試料 B とした。他方に対しては酢酸第 2 水銀だけを加えずに上記と同様に処理して試料液 A を調製し，それぞれにペーパークロマトグラフィを行なつた[11]。試料 A, B の R_f 値は Table 4, 5 に示すとおりである。

更にレシチンの混合脂肪酸から分別した液体酸を HERB らの方法[12] により 21% KOH-エチレングリコール溶液で異性化して紫外部吸収をみたところ，トリエン～ペンタエンの高度不飽和酸の存在が認められた。

Table 4. R_f value of sample A of conjugated fatty acids from lecithin by bromozone method[11].

Acids / Sample	Myristic	Palmitic	Stearic	Arachidic	Oleic
Lecithin	0.34	0.29	0.23	—	0.27
Standard	0.35	0.29	0.23	0.17	0.28

Paper: Tōyō No. 2 (2.5 × 40 cm), Stationary phase: Petroleum hydrocarbon (b. p. 140～170°C), Moving phase: Methanol-Acetic acid-Petroleum hydrocarbon (5 : 1 : 1), Ascending at 30°C.

Table 5. R_f value of sample B of conjugated fatty acids from lecithin by bromozone method[11].

Sample \ Acids	Zoomaric	Oleic	Erucic	Linoleic	Linolenic
Lecithin	0.57	0.52	0.36	0.70	0.68
Standard	0.57	0.51	0.39	0.72	0.69

Paper: Tōyō No. 2, Stationary and Moving phase are the same as Table 4.

考　　察

Table 1 をみればわかるようにブリ幽門垂のアセトン可溶性脂質にはきわめて少量のコリンおよびセリンが含まれているので，微量のリン脂質が混在していると推察されるが，これは非常に少なく，大部分が非リン脂質と考えられ，またアセトン可溶性脂質の酸価および不ケン化物含有率が低いので遊離脂肪酸は少なくグリセリドが主体であると推定される。アセトン可溶性脂質の収量は生鮮幽門垂に対して 5.46% であつてその中に含まれる不ケン化物の含有率は 1.39% であつた。不ケン化物中にはステリンが 19.17% 含まれていることがわかつた。

レシチンの収量は生鮮幽門垂に対し 0.20% であつた。レシチンの構成脂肪酸をブロモゾン法[11]によつて検索した結果，ミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸の飽和酸およびゾーマリン酸，オレイン酸，エルシン酸，リノール酸，リノレン酸の低度不飽和酸の存在を確認した。更に紫外部吸収をみた結果，トリエン～ペンタエンの高度不飽和酸が存在すると推定される。レシチンの構成脂肪酸から分別した固体酸中に含まれる不飽和酸をオレイン酸と仮定して，そのヨウ素価から飽和酸量と不飽和酸量を算出し，後者と液体酸との和を不飽和酸量とすれば，飽和酸含有率は 37.44%，不飽和酸含有率は 62.56% となる。

総　　括

1. ブリ，*Seriola quinqueradiata*，の幽門垂脂質を各種溶剤によつて分別抽出し，アセトン可溶性脂質とレシチンについて，とくに後者の性状について研究した。

2. レシチンの構成脂肪酸を検索した結果，ミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸の飽和酸およびゾーマリン酸，オレイン酸，エルシン酸，リノール酸，リノレン酸の低度不飽和酸の存在を確認した。また分光分析の結果，トリエン～ペンタエンの高度不飽和酸の存在を認めた。概算によるとレシチンの構成脂肪酸組成は飽和酸 37.44%，不飽和酸 62.56% である。

文　　献

1) 五十嵐久尙・座間宏一・片田宗男: 農化, **29**, 454, 958, 961 (1955); **31**, 4, 8, 582 (1957); 日水産, **21**, 244 (1955); **22**, 787, 791 (1957); **23**, 273, 278 (1957); **24**, 596, 735, 739 (1959); **26**, 326, 421, 425, 326, 1128 (1960); 1961 年 4 月，日本水産学会年会講演。
2) 露木英男・成瀬宇平・松本太郎: 油化学, **9**, 197, 420 (1960); **10**, 印刷中 (1961).
3) 露木英男・成瀬宇平・塩谷明雄: 日農獣報, **12**, 20 (1960); **13**, 55 (1961).
4) 露木英男・塩谷明雄: 油化学, **7**, 189 (1958); 日農獣報, **10**, 1 (1959).
5) J. M. R. Beveridge, S. E. Johnson: *Can. J. Res., Sec. E.*, **27**, 159 (1949).
6) D. Glick: *J. Biol. Chem.*, **156**, 643 (1944).
7) C. Levine and E. Chargaff: *Ibid.*, **192**, 465 (1951).
8) W. N. M. Ramsay and C. P. Stewart: *Bioch. J.*, **35**, 39 (1941).
9) M. M. Rapport and N. Alonzo: *J. Biol. Chem.*, **217**, 199 (1955).
10) T. P. Hilditch: "The Chemical Constitution of Natural Fats", 3rd-Ed. Revised, Chapman and Hall Ltd., London, p. 574 (1956).
11) Y. Inoue, O. Hirayama and M. Noda: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **20**, 197, 200 (1956).
12) S. F. Herb and R. W. Riemenschneider: *Anal. Chem.*, **25**, 953 (1953).

ブリ油について—V.
幽門垂のケファリンおよびスフィンゴ脂質

露木英男・成瀬宇平

(1961年4月25日受理)

ON THE YELLOWTAIL OIL—V.
CEPHALIN AND SPHINGOLIPID IN PYLORIC APPENDAGES

Hideo Tsuyuki and Uhei Naruse*

The purified cephalin fraction was obtained in the yield of 0.70% from the fresh pyloric appendages of Yellowtail, *Seriola quinqueradiata*.

The purified cephalin was precipitated fractionally after the way of Folch into five fractions, and the presence of phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl serine and a small amount of inositol phosphatide was confirmed from the analytical data on each fraction.

The characteristics of the fractionated cephalins are given in Table 1.

After the analysis, the rest of each fraction was mixed together following the proportion by which yielded from original cephalin, the fatty acid component was analyzed by alkali-isomerization which showed no presence of polyenoic fatty acids. According to simple calculation, the conjugated fatty acids of the cephalin consist of 29.22% saturated acids and 70.78% unsaturated acids.

The paper chromatography indicated the presence of myristic, palmitic, stearic, zoomaric, oleic, erucic, linolic and linolenic acids in the cephalin.

Sphingomyelin and cerebroside separated from the sphingolipid fraction by washing method of Folch *et al.*, were obtained in the yield of 0.02% and 0.03% respectively, from the fresh samples.

著者らは前報[1]において，ブリ，*Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel, の幽門垂に含まれるアセトン可溶性脂質およびレシチンについて報告したが，本報においては前記の幽門垂からケファリン区分およびスフィンゴ脂質区分を分別抽出し，前者の性状および構成脂肪酸について，また後者を分別して得たスフィンゴミエリンと糖脂質のそれぞれの性状および糖脂質の糖類としてガラクトースおよびグルコースを検索したのでここに報告する。

実験および結果

1. 試料　試料は前報[1]と同じものである。

2. ケファリン区分およびスフィンゴ脂質区分の抽出　前報[1]においては生鮮試料をアセトンおよびエタノールによつて抽出をくり返して，結局 52.80g の粗レシチン区分と 7.67g のエタノール不溶物を得た。このエタノール不溶物 7.67g および試料のエタノール抽出残分を5倍量の石油エーテルで3回抽出して得た石油エーテル抽出物 63.22g を合一し，これを少量のクロロホルムから石油エーテルで抽出して石油エーテル可溶性脂質（粗ケファリン区分）53.10g と石油エーテル不溶物 17.08g を分別した。後者および試料の石油エーテル抽出残分を合一して5倍量の熱エタノールで5回抽出し，抽出液をロ過後，ロ液を濃縮氷冷し

* 日本大学農獣医学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Coll. Agr. and Vet. Med., Nihon Univ., Setagaya, Tokyo, Japan).

て析出物（粗スフィンゴ脂質区分）12.15g を得た。

前報[1]と同じように脂質抽出液などの濃縮および溶剤留去のような操作はすべて減圧下，窒素ガス気流中で行なつた。

3. ケファリン区分の分別および各区分の一般性状　前記粗ケファリン区分（石油エーテル可溶性脂質）53.10g を5倍量の石油エーテルに溶解し，一夜冷蔵庫に放置して生成する沈殿を口別し，口液より溶媒の石油エーテルを留去してケファリン区分 35.87g を得た。このケファリン 30.00g を無水クロロホルムに溶解し，FOLCH の方法[2]によつて分別沈澱を行なつた。得られた各区分の分析は Table 1 に示すとおりである。この際，リンは BEVERIDGE and JOHNSON 法[3]，窒素はミクロケルダール法，グリセリンは RAMSAY and STEWART 法[4]，アルデヒドは RAPPORT and ALONZO 法[5]，セリンおよびエタノールアミンは LEVINE anl CHARGAFF 法[6]，イノシットは BÖHM and RICHARZ 法[7]，ヨウ素価は WIIS 法によつて測定した。

Table 1. Fractionation of cephalin from pyloric appendeges.

Characteristics \ Fraction		Original cephalin	Fraction 1	Fraction 2	Fraction 3	Fraction 4	Fraction 4
Yield	g	35.87	0.23	0.23	8.02	6.90	11.95
	%	0.70*	1.07**	0.67**	26.73**	23.00**	39.83**
Phosphorus (%)		3.79	3.98	3.89	3.85	3.77	3.71
Nitrogen (%)		1.74	1.86	1.83	1.80	1.74	1.68
Serine (%)		3.16	4.75	6.19	7.07	3.03	1.93
Ethanolamine (%)		4.55	1.91	1.99	2.49	3.97	6.03
Glycerine (%)		10.03	3.69	6.71	7.92	10.14	11.76
Inositol (%)		0.47	4.55	2.38	0	0	0
Aldehydes (%)		0.38	—	—	—	—	—
Ashes (%)		5.7	—	—	6.2	5.8	5.6
Iodine value		59.8	42.9	56.1	60.8	68.1	53.9
N/P***		1.01	1.03	1.04	1.03	1.02	1.00
Serine/P***		0.25	0.35	0.47	0.54	0.24	0.15
Ethanolamine/P***		0.78	0.31	0.33	0.42	0.68	1.05
Glycerine/P***		0.89	0.31	0.58	0.69	0.90	1.06

* Percent. to fresh sample.　** Percentage of each fraction from original cephalin.
*** Molar ratio.

4. ケファリンの構成脂肪酸　前記のケファリン区分のおのおのから，分析に供した残りを，分別沈殿以前の状態になるように合一し，その 20.00g を 2N-KOH アルコール液で1時間ケン化して混合脂肪酸を得た。この混合酸 8.00g を鉛塩エタノール法[8]によつて 3.06g の固体酸および 4.79g の液体酸に分別した。これらの脂肪酸の性状を Table 2 に示す。

更にこの混合脂肪酸 20mg を前報[1]のレシチンの混合脂肪酸の場合と同じように処理し，ブロモゾン法[9]によつてペーパークロマトグラフィを行なつた。その R_f 値は Table 3, 4 に示すとおりである。

Table 2. Fractionation of conjugated fatty acids from cephalin.

Acids \ Characteristics	%	Neutralization value	Iodine value
Conjugated fatty acids	—	202.7	81.2
Solid fatty acids	38.98	209.3	22.5
Liquid fatty acids	61.02	196.9	102.6

更にケファリンの混合脂肪酸から得た液体酸を HERB らの方法[10]により 21% KOH-エチレングリコール液で異性化して紫外部吸収を

みたが高度不飽和酸の存在はほとんど認められなかつた。

5. スフィンゴ脂質区分の分別および各区分の一般性状

熱エタノール抽出部より分別した粗スフィンゴ脂質区分12.15gを多量のクロロホルム/メタノール (2 : 1) の溶液に溶解し，FOLCH ら[11] の washing を数回行ない，クロロホルム層よりスフィンゴミエリンを，また，Fluff 層より糖脂質を得た。各脂質の性状は Table 5 に示すとおりである。なお，リン，窒素，ヨウ素価の測定はケファリンの場合と同じ方法で，コリンは GLICK 法[12] によつた。

Table 3. R_f value of sample A of conjugated fatty acids from cephalin by bromozone method[9].

Sample \ Acids	Myristic	Palmitic	Stearic	Arachidic	Oleic
Cephalin	0.34	0.30	0.23	—	0.26
Standard	0.35	0.29	0.23	0.17	0.28

Paper: Tōyō No. 2 (2.5×40 cm), Stationary phase: Petroleum hydrocarbon, Moving phase: Methanol-Acetic acid-Petroleum hydrocarbon (5 : 1 : 1), Ascending at 30°C.

Table 4. R_f value of sample B of conjugated fatty acids from cephalin by bromozone method[9].

Sample \ Acids	Zoomaric	Oleic	Erucic	Linoleic	Linolenic
Cephalin	0.58	0.50	0.40	0.73	0.68
Standard	0.57	0.51	0.39	0.72	0.69

Paper: Tōyō No. 2, Stationary and Moving phase are the same as Table 3.

Table 5. Characteristics of sphingolipids.

Fraction	Yield* (%)	Phosphorus (%)	Nitrogen (%)	Choline (%)	Iodine value	N/P**	Choline/P**
Sphingomyelin	0.02	4.13	3.51	15.39	73.9	1.88	0.95
Celebroside	0.03	0	1.63	0	41.8	—	—

* Percentage of each fraction from fresh sample. ** Molar ratio.

6. 糖脂質中の糖類の検索 前記の糖脂質を YAMAKAWA らの方法[13] によつて塩酸で加水分解し，その加水分解生成物を 10% の水溶液に調製し，陽イオン交換樹脂 (Dowex 50) を通してから水で溶出し，溶出液を 2 ml に濃縮してペーパークロマトグラフィを行なつた。固定相には東洋ロ紙 No. 50 (2.5×40 cm) を，移動相にはブタノール-酢酸-水 (4 : 1 : 5) を使用し，18 時間上昇法で展開した。発色剤にはアニリン・フタル酸を用いた。その R_f 値は 0.15 と 0.18 であつたので前者からガラクトースを，後者からグルコースを確認した (標品の R_f 値: ガラクトース 0.16，グルコース 0.18)。

考　　察

Table 1 をみればわかるように，ブリ幽門垂から得たケファリン区分の収量は生鮮試料に対して 0.70% であつたが，その主成分はエタノールアミン含有リン脂質 (Phosphatidyl ethanolamine) であつて，セリン含有リン脂質 (Phosphatidyl serine) も比較的多く，イノシット含有リン脂質 (Inositol phosphatide) はきわめて少ないと推察される。Fraction 4, 5 にはエタノールアミン含有リン脂質が，また Fraction 2, 3 にはセリン含有リン脂質が濃縮されているものと思われる。Fraction 1 にはイノシット含有リン脂質が濃縮されていると思われるが，その量はきわめて少ないと考えられる。ブロモゾン法[9] によつてケファリン区分の構成脂肪酸を検索した結果，飽和酸としてミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸の存在を，また不飽和酸としてゾーマリン酸，オレイン酸，エルシン酸，リノール酸，リノレン酸の存在を確認した。ケファリンから分別した混合脂肪酸を鉛塩エタノール法[8] によつて分別した固体酸中に含まれる不飽和酸がオレイン酸だけであると仮定して，そのヨウ素価から固体酸中に含まれる飽和酸と不飽和酸の含有率を計算し，後者と液体酸含有率の和を不飽和酸とすれば，ブリ幽門垂のケファリン区分から分別した混合脂肪酸中に含

まれる飽和酸は 29.22%，不飽和酸は 70.78% となり，前報[1]のレシチンの構成脂肪酸にくらべると不飽和酸が 8% ほど多い。しかしケファリン区分の混合脂肪酸を分別して得た液体酸を異性化して紫外部吸収をみた結果，高度不飽和酸は存在しないと思われるので，ケファリンの構成脂肪酸には低度不飽和酸が多いと推定される。

次に粗スフィンゴ脂質区分からスフィンゴミエリンと糖脂質を分別したが，後者に含まれる糖質を YAMAKAWA らの方法[13]によつて検索した結果，ガラクトースおよびグルコースの存在が判明した。

総　　括

1) ブリ，*Seriola quinqueradiata* の幽門垂脂質を各種溶剤によつて分別抽出し，得られたケファリンおよびスフィンゴ脂質の性状について研究した。

2) ケファリンの主成分はエタノールアミン含有リン脂質であつて，次に多いのはセリン含有リン脂質であり，イノシット含有リン脂質はきわめて少ないと思われる。ミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸，ゾーマリン酸，オレイン酸，エルシン酸，リノール酸，リノレン酸をケファリンの構成脂肪酸として確認した。また分光分析の結果，トリエン～ペンタエンの高度不飽和酸はケファリンに存在しないようである。概算によるとケファリンの構成脂肪酸は飽和酸 29.22%，不飽和酸 70.78% であつた。

3) 粗スフィンゴ脂質区分からスフィンゴミエリンと糖脂質を分別し，更に糖脂質中にガラクトースおよびグルコースの存在を認めた。

文　　献

1) 露木英男・成瀬宇平: 本誌, **27**, 734～737 (1961).
2) J. FOLCH: *J. Biol. Chem.* **146**, 35 (1942).
3) J. M. R. BEVERIDGE and S. E. JOHNSON: *Can. J. Res., Sec. E.*, **27**, 159 (1949).
4) W. N. M. RAMSAY and C. P. STEWART: *Bioch. J.*, **35**, 39 (1941).
5) M. M. RAPPORT and N. ALONZO: *J. Biol. Chem.*, **217**, 199 (1955).
6) C. LEVINE and E. CHARGAFF: *Ibid.*, **192**, 465 (1951).
7) P. BÖHM and G. RICHARZ: *Z. Phisiol. Chem.*, **298**, 110 (1954).
8) T. P. HILDITCH: "The Chemical Constitution of Natural Fats", 3rd-Ed. Revised, Chapman and Hall Ltd., London, p. 574 (1956).
9) Y. INOUE, O. HIRAYAMA and M. NODA: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **20**, 197, 200 (1956).
10) S. F. HERB and R. W. RIEMENSCHNEIDER: *Anal. Chem.*, **25**, 953 (1953).
11) J. FOLCH, I. ASCOLI, M. LEAS, J. A. MEATH and F. N. LEBARON: *J. Biol. Chem.*, **191**, 833 (1951).
12) D. GLICK: *Ibid.*, **156**, 643 (1944).
13) T. YAMAKAWA, M. MATSUMOTO, S. SUZUKI and T. IIDA: *J. Biochem.*, **43**, 41 (1956).

魚肉ねり製品の研究—XVI.

かまぼこすり身に添加された塩類の足におよぼす影響（その7）

くえん酸塩および酒石酸塩の足補強効果*

岡村一弘・新津陽造

(1961 年 3 月 29 日受理)

STUDIES ON THE "KAMABOKO" AND FISH SAUSAGE PRODUCTS—XVI.

THE SPECIAL CONCENTRATION OF SALT IMPEDING THE KAMABOKO FORMATION (PART 7)

EFFECTS OF SODIUM CITRATE, DI-AMMONIUM CITRATE AND POTASSIUM SODIUM TARTARATE

Kazuhiro Okamura and Yozo Niitsu**

Succeeding to the previous experiment with phosphates and other inorganic salts, there were examined in the present work the effects of tri-sodium citrate, di-ammonium citrate and potassium sodium tartarate on jelly-strength of Kamaboko. The results obtained were as follows:

1) Similarly to the salts already examined, the citrates and the tartarate respectively added to a fish paste as raw material produced Kamaboko specimens with minimal jelly-strengths at the salt concentrations satisfying the previously presented equation.

$$\frac{1}{2}\cdot\sum_i V_i Z_i^2 \times \frac{1}{2}\cdot\sum_i |Z_i'| - 0.1$$

2) Addition of the citrates more or less strongly enhanced the jelly-strength of Kamaboko. This effect seems to be referred to chemical specificity rather than pH elevating power of these salts.

3) Considering from practical appricability to Kamaboko manufacture, citrates promise to be used as additive at concentrations of M/306～5M/180 for jelly-strength enhancement, while tartarate seems to be little available for the same purpose. So far as disclosed in the present study, di-ammonium citrate is more convenient to be used than tri-sodium citrate because of to delicate dependency on concentration of the effect of the latter.

さきに，多くの無機塩類をかまぼこすり身に添加して，かまぼこを作り，これらの無機塩類がかまぼこの足の強さにどのように影響するかを試験した。その結果，各種の塩類はある一定濃度の添加によつてかまぼこの足の強さに極小値を与える[1),2)]が，その濃度はこれらの塩類が生肉の保水率（吸水率）に極小値を与える濃度[3)]と等しく，これらの濃度はある一定の式によつて計算できることを明らかにした。そこで有機酸塩の場合にはどうなるであろうか（第一問）。またくえん酸塩は肉の保水性を著しく強めることが知られているので[4)]，かまぼこすり身にくえん酸酸塩を添加するとかまぼこの足の強さはどのようになるだろうか（第二問）。以上2つの疑問を明らかにするために，かまぼこすり身にくえん酸3ナトリウム，くえん酸2アンモニウム

---

* 本研究の大要は 1961 年 4 月 6 日，日本水産学会年会（東京）で発表した。

** 大阪市立衛生研究所 (Osaka Municipal Hygienic Lab., Kitaoogimati, Kita-ku, Osaka Japan).

および酒石酸カリウム-ナトリウムを種種濃度を変えて添加してかまぼこを作り，かまぼこの足の強さとpH の変化を調べたのでここに報告する。

実験方法と実験結果

I. くえん酸3ナトリウムを添加した場合

かまぼこ製造所で，市販の高級かまぼこ用すり身を購入して実験した。このすり身の魚肉組成はハモ肉40%，キグチ肉 35%，シログチ肉 15%，ニベ肉 7%，カスザメ肉 3% で，これに食塩 2.3%，澱粉 1~2%，澱粉量の倍量の水と適量のみりん，グルタミン酸ナトリウム，砂糖などが添加してある。

このすり身にくえん酸ナトリウム*をそれぞれ計算量だけ添加して充分にねり合わせ，第 X~XII[1] 報と同一の方法によつてかまぼこを作る。このようにしてえられたかまぼこについてくえん酸ナトリウムの添加量と足の強さの関係を図示すると Fig. 1 のとおりである。

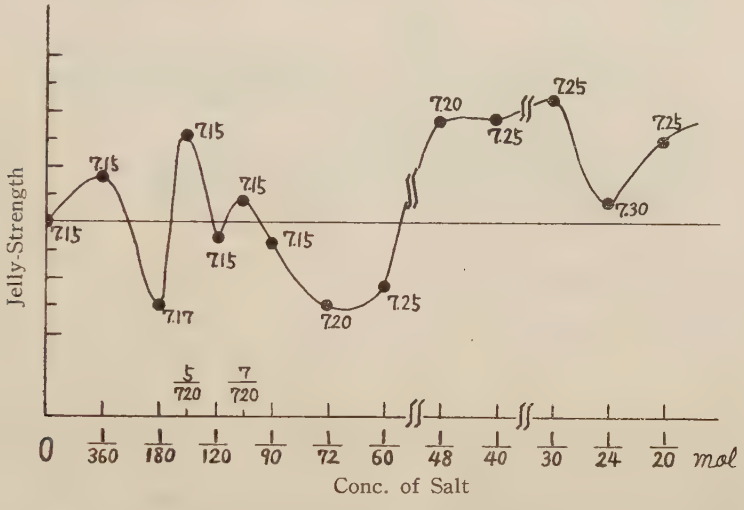


Fig. 1. Values of pH and organoleptically estimated jelly-strengths of Kamaboko specimens prepared by addition of various amounts of tri-sodium citrate.

II. くえん酸2アンモニウムを添加した場合

I の実験とまつたく同様に市販の高級かまぼこ用すり身を購入し，これにくえん酸2アンモニウム $(NH_4)_2HC_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$ (m.w.=226.19) を計算量だけ添加して実験した。この実験に使用したすり身の魚肉組成はハモ肉 45%，クログチ肉 25%，キグチ肉 30% で，これに食塩，澱粉，水，みりん，グルタミン酸ナトリウムがそれぞれ I と同量だけ添加してある。

実験 I とまつたく同様に実験してえられた結果は Fig. 2 のとおりである。

III. 酒石酸カリウム-ナトリウムを添加した場合

実験 I，II と同様に，市販高級かまぼこ用すり身に計算量の酒石酸カリウム-ナトリウム $(KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, m.w.=282.24) を添加してかまぼこを作つた。ここに使用したかまぼこすり身の魚肉組成**はハモ肉 50%，ニベ肉 5%，キグチ肉 30%，シログチ肉 15% で，食塩その他の添加物の量は I および II の実験と

---

* 市販の特級品で $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$, m.w.=294.12 結晶水の量は本品を 150°C に乾燥したさいの乾燥減量から計算した。

** 市販のかまぼこ用すり身を使用したため，実験 I ~ III を通じて一定の魚肉組成のすり身がえられなかつた。魚価の変動がはげしく，入荷状況が毎日異なるため市販かまぼこの魚肉組成は毎日異なる。

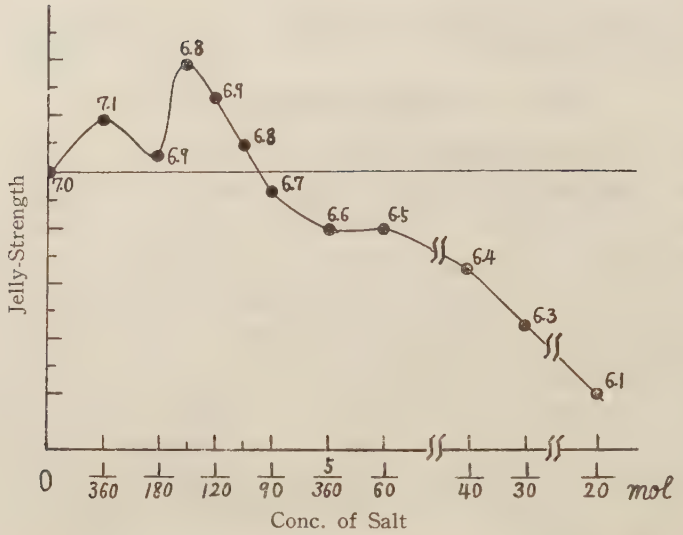


Fig. 2. The same as in Fig. 1, but the salt added to row fish paste is di-ammonium citrate.

同じである。

その結果は Fig. 3 のとおりである。

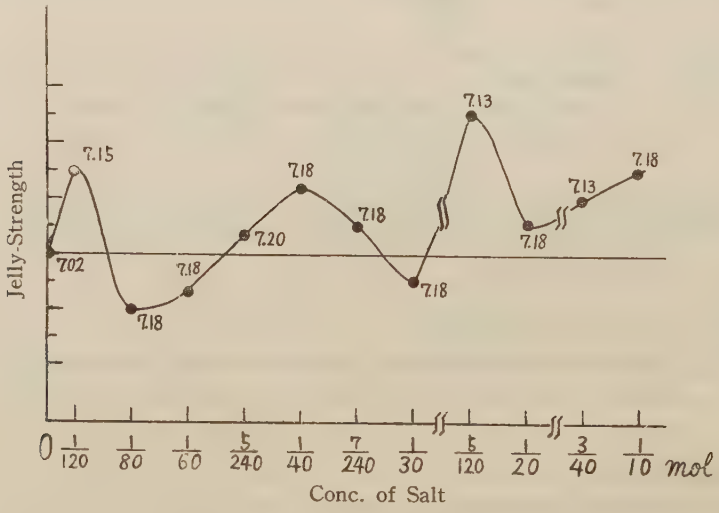


Fig. 3. The same as in Fig. 1, but the salt added to row fish paste is potassium sodium tartarate.

実験結果の考察

くえん酸3ナトリウムを添加したさいには Fig. 1 から明らかなように M/180, M/120, M/72～M/60 と M/24 濃度のところに足の強さに極小値がみられる。さき[1),2)]にすり身に添加された中性塩類は次式を満足する濃度でかまぼこのゼリー強度に極小値を与えることを証明した。

$$\frac{1}{2}\cdot\sum_i V_i Z_i^2 \times \frac{1}{2}\sum_i |Z_i'| = \frac{1}{10} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

V_i はイオンの濃度であり，Z_i はその塩が完全解離したときのイオンの荷電数であつて Z_i' はその塩のある中間解離段階における荷電数である。

したがつてくえん酸3ナトリウムについて考えるならば，この塩は3段階に解離するから，上式を満足する濃度は M/180, M/120 および M/60 となる。それゆえ Fig. 1 の実験結果は，さきに提案したかまぼこの足極小塩濃度式 (1) 式を充分に満足する。

なお M/24 付近にゼリー強度に極小値が見られる。この事実はつぎのように説明される。くえん酸は3塩基性酸であつて3段階に解離するが，くえん酸の解離恒数[5] は 25°C において 8.3×10^{-14}, 1.8×10^{-5}, 5.5×10^{-7} であつて，3つの解離恒数が非常に相接近している。りん酸の解離恒数[5] は 25°C において 7.52×10^{-3}, 6.23×10^{-8}, 1.3×10^{-12} (20°C) であつて3つの解離恒数は値が互に非常に距つている。

したがつてりん酸塩を添加した場合には，生肉の吸水率曲線[3] にもまたかまぼこのゼリー強度[1),2)] にも明瞭な3つの極小値が見られた。とくに正りん酸塩添加かまぼこの足の強さには同程度の大きさの極小値の谷がほぼ等間隔に3コ明瞭に見られた[1)]。硫酸は2塩基性酸であるが強酸であつてほとんど1段と2段の解離恒数が等しく，1段解離に近い解離をするために，硫酸塩類は生肉の吸水率[3] にもまたかまぼこのゼリー強度[1)] にも1つの極小値しか与えなかつた。したがつてくえん酸は3塩基性酸ではあるが，その3つの解離恒数が非常に接近しているために，むしろ解離恒数 $K=8.3\times10^{-4}$ と $K=5.5\times10^{-7}$ の2塩基性酸のような傾向を帯びていると考えられる。事実，Fig. 1 においても M/180 と M/72～M/60 濃度におけるゼリー強度の極小値の谷は大きいが M/120 濃度における極小値の谷は非常に小さい。

上記のような理由からくえん酸を2塩基性酸とみなして考えるならば，(1) 式を満足する濃度は M/60 と M/30 濃度となつて，この2つの濃度でゼリー強度に極小値の谷が見られるはずである。事実 Fig. 1 において M/24 濃度に極小値が見られる。また M/72～M/60 濃度付近の極小値の谷が著しく大きく幅が広いのは，さきに述べたくえん酸の2塩基性酸的性質としての M/60 の極小値の谷は，3塩基性酸としての解離が重なつたためと考えると，この妥当性を支持するものである。

くえん酸3ナトリウムの 1% 水溶液の pH 値は 8.14～8.17 であつてややアルカリ性であるが，くえん酸3ナトリウムの M/90 (0.13%) 以下の添加量ではほとんどかまぼこの pH 値に影響がない。しかし，M/90 濃度以上の添加量ではかまぼこの pH 値は 0.05～0.15 高くなる。したがつて，M/90 濃度以下の添加でかまぼこの足が強められるのはくえん酸塩添加によつてかまぼこの pH 値が高くなるからではないことは明らかである。また，pH 値の変化はかまぼこのゼリー強度が極小値を示すところで高くなる傾向にあることは，他の中性塩類のところで述べた事実とよく一致する。Fig. 1 からくえん酸3ナトリウムは M/360 (0.08%), 5M/720 (0.192%) および 15M/720 (0.57%) 以上の濃度でかまぼこの足を強める作用のあることがわかる。しかし，0.5% 以上の濃度を添加すると，かまぼこの味にくえん酸塩特有の癖が表われ，かつかまぼこゼリーのしなやかさが少なくなつて，かまぼこがかたくなるので実用的価値は疑問である。それゆえ，実用的には 5M/720 (0.192%) の添加が好ましいが，その濃度範囲は非常に狭く，0.178%，または 0.224% 添加では足補強効果はなく，とくに 0.178% 添加の場合には著しく足を低下させるから充分注意が必要である。

くえん酸2アンモニウム塩をすり身に添加してかまぼこを作つた場合のかまぼこのゼリー強度および pH 値の変化は Fig. 2 のようになる。この場合には M/180 濃度のところにゼリー強度に極小値が見られ，さらに M/72～M/60 濃度付近に極小値らしいものが見られる。これはくえん酸3ナトリウム塩添加の場合と同じように (1) 式を満足する濃度である。ただ，この場合には M/120 濃度のところにゼリー強度に極小値がみられない。これはくえん酸2アンモニウム塩は酸性であつて (1% 水溶液の pH 値は 5.92)，これを添加するとかまぼこの pH が低下するため，pH の低下に起因するゼリー強度の変化に隠蔽されて，M/120 濃度における極小値は見られないのであろう。実験 I のくえん酸3ナトリウムの場合においても，M/120 濃度における極小値の谷は M/180 および M/72～M/60 濃度に見られる谷に比較して非常に小さかつた。くえん酸アンモニウムはくえん酸ナトリウムより弱電解質であるから，M/120 濃度におけるくえん酸アンモ

ニウムの極小値の谷はへえん酸ナトリウムのそれよりさらに小さいと考えられる。なおまた，先述したように，pH 低下の因子も加味されて M/120 濃度の極小値は隠蔽されたと考えられる。しかし，Fig. 2 の pH 値の変化を見ると，5M/720，M/120 および 7M/720 濃度添加のかまぼこの pH 値は 6.8，6.9 および 6.8 となつていて，M/120 濃度添加の pH 値が最も高い。ゼリー強度が極小値を示すところで pH 値が高くなることをさきにのべた。M/120 濃度のところでゼリー強度に極小値は見られないが，この濃度で pH 値が高くなつていることは，普通ならばここにゼリー強度に極小値が見られると云うことを考えると，大変興味あることである。

なお，pH 値の変化を見ると，くえん酸2アンモニウムの添加量が増大するにしたがつて pH 値は低下する。5M/720 濃度よりも高濃度のくえん酸2アンモニウムの添加によつてかまぼこのゼリー強度はかなり急激に低下する。

これはくえん酸2アンモニウム添加によつてかまぼこの pH 値が低下するためである。したがつて，くえん酸3ナトリウム添加のさいには，M/72～M/60 濃度でゼリー強度に大きな極小値が見られたが，このくえん酸2アンモニウムの場合には pH 値の著しい低下のために，この濃度における極小値は隠蔽されて，わづかに極小値らしきものが見られるにすぎない。しかし，くえん酸2アンモニウムを添加するとかまぼこの pH 値は低下するにかかわらず，M/36～M/120 濃度の添加にさいしてかまぼこの足が強められる事実は，くえん酸塩の足補強効果はくえん酸塩添加によるかまぼこの pH 値が上昇するためではなくて，くえん酸塩の特異的効果（あるいは，Ca イオンとのキレート作用など）によることを裏書きしているのではなかろうか。くえん酸塩をねり製品の足補強剤として使用する場合について考えると，くえん酸3ナトリウム塩を添加するとかまぼこの pH 値は高められ，くえん酸2アンモニウム塩を添加するとかまぼこの pH 値は低下するが，Fig. 1 および Fig. 2 から明らかなように，添加塩の濃度が 7M/120 以下の時にはくえん酸2アンモニウム塩のほうがすぐれた足補強効果がある。とくに，くえん酸2アンモニウムは M/180 濃度の添加でゼリー強度に極小値を与えるが，この極小値の谷はかなり小さくて，極小値といえども対照のくえん酸2アンモニウム無添加のかまぼこのゼリー強度より大きい。この「足極小濃度」におけるゼリー強度の低下割合は，添加塩類のイオンの解離度およびイオン化ポテンシャルの大きい塩ほど大きいと考えられるので，くえん酸塩を足補強剤として使用するさいには，ナトリウムまたはカリウム塩よりもアンモニウム塩のほうが使用しやすくて好都合なように考えられる。

酒石酸塩を添加した場合のかまぼこの足の変化は Fig. 3 のようになつて，M/80～M/60，M/30 および M/20 濃度付近に顕著なゼリー強度の極小値が見られる。酒石酸は2塩基性酸であるので，「足極小濃度式」すなわち(1)式を満足する濃度は M/60 および M/30 となつて，Fig. 3 の結果とよく一致する。しかし Fig. 3 の M/20 濃度におけるゼリー強度の極小値については，その原因，理由は不明である。酒石酸カリウム-ナトリウムはアルカリ性塩であるから，このものを添加したかまぼこの pH 値は一般に高くなる。この塩を 5M/120 または 3M/40 濃度添加したかまぼこの pH 値は 7.13 となつてこの2つの濃度でかまぼこの pH 値が他のものに比較して顕著に変化するがこの原因も不明である。しかし，5M/120 濃度でゼリー強度に顕著なピークが見られることから考えて，この濃度でなんらかの著しい変化が起こるのであろう。くえん酸塩では M/360 濃度で (Fig. 1～2)，酒石酸塩では M/120 濃度で，すなわち，これらの塩類の第1足極小濃度よりもさらに低濃度側でゼリー強度に1つのピークが見られる。これはヘキサメタ燐酸塩を除く[2]すべてのりん酸塩類および無機塩類[1),2)]においても見られた事実である。しかし，酒石酸カリウム-ナトリウム添加の場合には，このピークはとくに顕著なようである。酒石酸カリウム-ナトリウム塩の足補強効果はこのピークの濃度を除いてはほとんど実用的価値がないように考えられる。M/40 濃度の添加のさいにもゼリー強度はかなり強められるが，M/40＝(0.7%) ではこの塩独特の味が感ぜられる上に，0.7% 以上の濃度を添加するとかまぼこがかたくなつてゼリーにしなやかさが減少するために，たとえば，5M/120 添加ではかなりゼリー強度は強められるが，実用的には使用価値がないと考えられる。

要　　約

各種無機塩類がねり製品の足におよぼす影響にひきつづき，有機酸塩類としてくえん酸3ナトリウム，くえん酸2アンモニウムおよび酒石酸カリウム-ナトリウムがかまぼこの足におよぼす影響を調べた。その結果はつぎのとおりである。

1) くえん酸塩，酒石酸塩ともにさきに提案した「足極小濃度式」を満足する濃度でいづれもねり製品の足の強さに極小値を与えることがわかつた。

2) くえん酸塩の添加は確かにねり製品に対して足補強効果があり，この効果は酸性塩のくえん酸2アンモニウム塩にもあるので，くえん酸塩の足補強効果はくえん酸塩添加によるねり製品のpH値の上昇とは無関係であつて，くえん酸塩の特異的効果によるものと考えられる。

3) くえん酸塩，酒石酸塩のねり製品に対する足補強剤としての実用的価値を吟味したところ，酒石酸塩はほとんど利用価値がない。しかし，くえん酸塩はM/360～5M/180濃度の添加によつてかなり足補強効果がある。なお，くえん酸塩の3ナトリウム塩と2アンモニウム塩の効果を吟味検討した結果，実用的にはアンモニウム塩のほうが使用に好都合であることがわかつた。

絶えず御鞭韃と激励を賜つた京都大学の清水亘博士，松原喜代松博士を初め，大阪市立衛生研究所所長岡原国雄博士，同研究所の久保正徳博士に厚く感謝申し上げる。また，本稿に対して種種御助言をいただいた東京水産大学の平野弘博士ならびに研究遂行に協力された井原典子氏に深謝の意を表する。

文　　献

1) 岡村一弘：本誌，**26**, No. 6, 595, 601 (1960).
2) ――――：――，**27**, No. 1, 50, (1961).
3) ――――：――，**26**, No. 1, 60, 66 (1960).
4) 藤巻正夫：食肉加工情報，No. 86 (1957).
5) 日本化学会編：化学便覧，p. 621 (1950)，丸善.

魚肉ねり製品の研究—XVII.

種種の温度での加熱による魚肉すり身のゼリー形成とこれにおよぼす塩類の影響*(その1)

岡村一弘

(1961年3月29日受理)

STUDIES ON THE "KAMABOKO" AND FISH SAUSAGE PRODUCTS—XVII. EFFECT OF HEAT TREATMENT ON JELLY-FORMATION OF FISH PASTE WITH OR WITHOUT AN ADDED SALT

Kazuhiro Okamura**

Using a fish paste added or not added with pyrophosphate, jelly-formation advancing at a relatively low temperature and Kamaboko-formation effected by two-step-heating, namely, by subjecting the jelly to after-heating were examined.

1) When batches of raw fish paste added in the one series and not added with pyrophosphate in the other were heated each for 30 minutes at temperatures of 35°, 40°, 45°, ···· and 70°C, respectively, a jelly of largest jelly-strength was attained in either series with a sample heated at 45°C, and a smallest jelly-strength was shown by a sample heated at 60°C.

2) When batches of raw fish paste were heated at a definite low temperature of 40°C, for 20, 40, 60, ···· and 320 minutes, respectively, raw fish paste not added with pyrophosphate showed a largest jelly-strength when heating time was 60 minutes, while that added with pyrophosphate showed a greatest jelly-strength when heating time was 40 minutes. With both the batches added and not added with pyrophosphate, when heating was prolonged over said times, respectively, the smaller jelly-strength was arrived at, the longer the heating time.

3) So far as heating temperature was lower than 70°C, addition of pyrophosphate to raw fish paste had an impeditive effect on jelly-formation, irrespective of heating time and temperature.

4) When specimens of Kamaboko were prepared by the process of two-step-heating, a maximal jelly-strength was attained under a condition of preheating of 40°C and 40 minutes. For Kamaboko specimens finished by two-step-heating, addition of pyrophosphate to raw fish paste had an impeditive effect on Kamaboko-jelly formation.

筆者はりん酸塩類およびその他の塩類の足補強効果について研究を進めているが，足補強効果の強い塩類が，その効果を発揮するのはいかなる機序によるかは容易に解明することができない。しかし，坐つたすり身を急激に加熱すると（2段加熱），足が強められ[1),2)]，中間温度で加熱すると足は失われる（戻る）とすると，足補強効果のある塩類をすり身に添加すると，上記2つの点に関して塩類が有利に作用するために，足が補強されるのではないだろうかとの予想が抱かれる。

すなわち，すり身を加熱してかまぼこを作る場合，いかに急速に加熱しても温度は連続的に上昇するので室温から中間温度を飛び越えて直接 90°～100°C に持ちきたすことは不可能であるから，いま，かりに 50°C までの低温通過中に起こるすり身のゼリー形成（坐り）に対しては，足補強効果のある薬品はすり身の坐りを促進させ，50°～70°C の中間温度におけるゼリーの崩壊（戻り）に対してはこれを阻止するように作用し，

* 本研究の大要は 1961 年 4 月 6 日，日本水産学会年会（東京）で発表した。

** 大阪市立衛生研究所 (Osaka Municipal Hygienic Lab., Kitaoogimati, Kita-ku, Osaka Japan).

70°C 以上の足形成に対してはこれを促進するように作用するのではないだろうか。あるいはまた，すり身のこの3段階の変化のどこかで足形成に有利に作用するのではないだろうか。したがつて，魚肉すり身を加熱するときに達成されるゼリー強度の加熱温度による変化と薬品の影響とを詳細に検討したならば，薬品の足補強効果の作用機序を解く上に有利な観点が開けるかも知れない。

このような観点に立つて，魚肉すり身を種種の温度で加熱して，坐り，戻りおよび足形成能とこれらの現象に対するピロりん酸ナトリウムの影響を検討したので，その結果を報告する。

実験および結果

I. ピロりん酸ナトリウム（P. P. Na）を添加したすり身と添加しないすり身を 35°C から 70°C まで 5°C 間隔おきに 30 分間加熱した場合のゼリー形成

1. 実験材料: かまぼこ製造所で市販のかまぼこを製造するために作られたすり身を購入し，それを実験材料とした。このすり身の組成はハモ肉 40%，キグチ肉 30%，クログチ肉 25%およびサメ肉 5%からなるもので，これに外掛け 10% の澱粉と澱粉の倍量の水が添加されており，食塩はすり身に対して約 2.3 % になるように添加されている。その他適当にグルタミン酸ナトリウムおよびみりんが添加されている。

2. 実験方法: 購入すり身を2分して，一方にはピロりん酸ナトリウム（$Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$）を 0.3% 添加し，対照区と P. P. Na 添加区とする。各区から 60g づつのすり身をとつて，手で丸め，それぞれ 16 コの平扁な円形の餅状サンプルとする。おのおの 16 コの P. P. Na 添加群と対照群のサンプルから2コづつとつて，35°，40°・・・・65°，70°C の水浴に投じて 30 分間加熱し，加熱が終ると直に取りだして流水中で冷却する。十分冷却されたならば，各2コの中の1コはかまぼこの足判定法[3]と同様に官能検査によつてそのゼリー強度を判定する。他の1コづつはつぎの実験 II に使用する。

II. 35°～70°C の各温度で予め 30 分間加熱したすり身をさらに 100°C で 30 分間加熱した場合のゼリー形成

実験 I において予め各温度で加熱したサンプル2コの中からその1コづつを取つて，これらをすべて同時

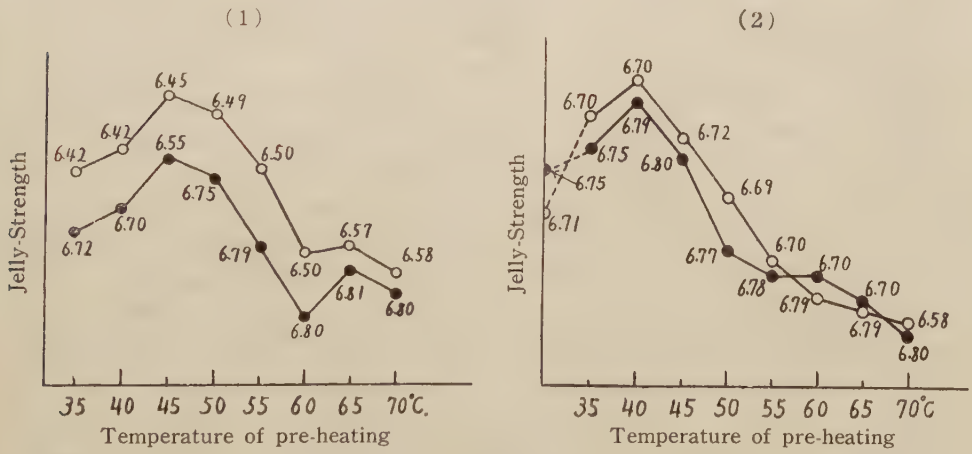


Fig. 1.

(1): Jelly-formations of raw fish pastes with and without added sodium pyrophosphate in heating at relatively low temperatures for 30 minutes.
—●—: Jelly prepared with addition of 0.3% sodium pyrophosphate.
—○—: Jelly prepared without addition of the phosphate.
The numerals in the figure indicate pH values of jelly specimens.

(2): Influences of pre-heating of 30 minutes on the jelly-strength development of the same raw fish paste as in (1) in after-heating for 25 min. at 100°C.
The numerals in the figure indicate pH values of jelly specimens.

に沸騰水浴中に投じて 30 分間加熱し（すなわち，2段加熱して），かまぼこに仕上げる。冷却後 3°C の冷所に1夜放置して第 X～XII 報[3] の方法と同様に官能検査によつて足の強弱を判定する。また実験 I および II とも pH の測定法は第 X～XII 報の実験と同じ方法によつた。

実験 I および II の結果をまとめて図示すると Fig. 1-(1), (2) のようになる。

III. P.P.Na 添加すり身と無添加すり身を 40°C で加熱した場合のゼリー形成の時間的変化

実験 I と同一のすり身を使用し，まつたく同一の方法で P.P.Na 添加群と対照群のそれぞれについて各 60g の扁平な円形の餅状サンプル 15 コづつを作る。その各15コの内から各1コは冷蔵庫に保存して坐りを防ぎ他の各 14 コは同時に 40°C ± 2°C の水浴中に投じて加熱し，20, 40, 60, 90, 120, 240, 360 分おきにそれぞれ対照群および P.P.Na 添加群のサンプルを2コづつ取りだし，直ちに流水中で冷却し，最後の加熱が終るまで(360 分)冷蔵庫に保存する。加熱操作が終ると，各加熱時間ごとの対照サンプルおよび P.P.Na 添加サンプル各1コをとつて，実験 I と同様にそれらのゼリー強度を判定する。他のサンプルはつぎの実験 IV に使用する。

IV. 40°C で種種の時間加熱したすり身を 100°C で追加加熱してかまぼこにした場合の足形成

実験 III で 40°C で種種の時間坐らせたすり身および坐りを防いで初めから冷蔵庫に保存したサンプルを全部同時に 100°C で 30 分間加熱してかまぼこに仕上げ，3°C に1夜放置，実験 II と同様に官能検査によつて足の強弱を判定する。なお実験 III, IV においてもゼリー強度（足）の判定と同時に pH 値を測定する。

実験 III, IV の結果をまとめて図示すると Fig. 2-(1), (2) のようになる。

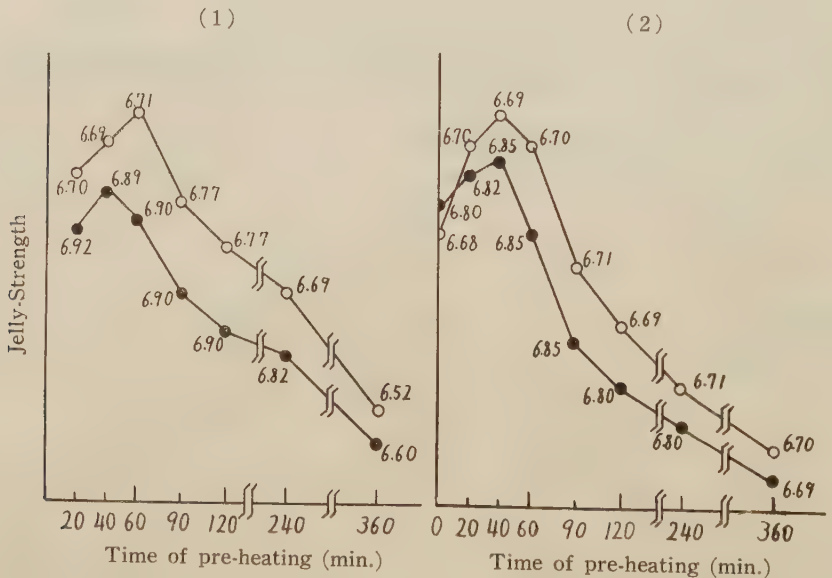


Fig. 2.

(1): Jelly.formations of raw fish pastes with and without added sodium pyrophosphate in heatings at 40°C for various minutes.
As to the details, see the explanation under Fig. 1 (1)!

(2): Influences of pre-heating at 40°C on the final jelly-strength confered on the same raw fish pastes as in Fig. 1, (1) by after-heating at 100°C for 30 min.
As to the details, see also the explanation under Fig. 1-(2)!

実験結果の考察

混合魚肉からなるすり身およびこれに P. P. Na を添加したものについて種種温度を変えていずれも 30 分間あて加熱した場合，これらすり身に授けられたゼリー強度は Fig. 1-(1) のとおりであつて，P. P. Na 添加および無添加の両者とも加熱温度が 35°，40°C と高くなるほど大きなゼリー強度を生じ，45°C の場合ゼリー強度は最高を示す。45°C 以上の温度で到達されるゼリー強度は幾分低く，55°，60°C では著しく低いものしか得られず，60°C 加熱で実現されるゼリー強度は最低であつた。

すり身を低温または室温で放置するときゼリー強度が強くなる。この現象を坐りと呼ぶ。温度が高いほど坐りが促進されるが，また反面，戻りやすいすり身の場合に見られるように，温度が高いと坐りによつてできたゼリーがかえつて崩壊されて遂にはゼリー強度のないものとなつてしまうこともある。戻りやすい魚肉から作つたすり身は長時間，中間温度で加熱されると，蛋白質が熱凝固して，ゼリー強度のないものとなる。この現象は戻りが極度に大きく起こつたものと考えられる。実験 I の 35°，40°C の 30 分間加熱によつてえられたサンプルはしなやかな透明感のあるゼリーであつて，45°C 加熱のサンプルはわづかに白濁みを帯び，50°，55°C 加熱ではこの白濁が増大すると同時にゼリーのしなやかさと透明感が減少して白色のかまぼこ風のものとなる。60°，65°，70°C 加熱では白色の非常に表面の肌が荒れたほとんどゼリー強度のないものとなる。

このことから，30 分間の加熱では 45°C のかなり高い温度においてもしなやかなゼリーが形成され，45°C，30 分の加熱ではすでに白濁が生じて戻りが起こつていることがわかる。しかし，この程度の戻りでは直接ゼリー強度を低下させるほどではないが，Fig. 1-(2) の実験で説明されるように，これをさらに 100°C で加熱してかまぼこにした場合には，40°C で 30 分間加熱したものをさらに 100°C で加熱してかまぼこにしたものと比較すると，かなりの足低下が認められる。いいかえれば，明らかに戻りが起こつている。また，45°C より高温では 1 段加熱においてすでにゼリー強度の低下が見られる。これは温度が高いほど戻りが起こりやすいために，坐りによつて形成されたゼリーが戻りによつて崩壊し，ゼリー強度が低下するものと考えられる。したがつて，極端ないいかたをすると Fig. 1-(1) の 50°，55°，60°C のゼリー強度は坐りによつてできたゼリーが戻りによつて崩壊し，崩壊せずに残つた部分だけがこの実験のゼリー強度となつて現われていると考えられる。

坐りは相当低温においても起こるが，温度が低いと非常におそい。戻りは坐りよりも高温において起こるが，27°C の室温においても起こり，この場合は非常におそく，24 時間以上かかることが清水[1] によつて示されている。しかし，本実験のように，45°～60°C の温度条件では 30 分間の加熱で相当の戻りが起こることがわかる。Fig. 1-(1) においては，P. P. Na を添加したものは無添加のものに比較してすべての点でゼリー強度が弱い。この事実から，P. P. Na の添加はすり身の坐りを阻害するように考えられる。すり身の坐りにはミオシン系蛋白の骨格構造の形成が必要であるらしいが[4]，P. P. Na にはアクトミオシンをアクチンとミオシンに解離する作用[5][6] があるといわれていることを考えると，P. P. Na の添加が坐りを阻害するのも当然と考えられる。

また，65°C で加熱したもののゼリー強度が 60°C 加熱のそれより強くなつているのは，すり身に含有されている澱粉の糊化によるゼリー強度の新規発生と考えられる。

pH 値の変化については，P. P. Na 無添加のものでは加熱温度の上昇にしたがつて pH 値が除除に上昇し，その変動は微小であるが，45°C 付近と 60°～65°C の間でやや著しい。この pH 値の変動の大きい温度はミオシン蛋白の熱変性温度 (43°C) とミオゲンの熱凝固温度とそれぞれよく一致[7] している。しかし，P. P. Na を添加したすり身では 45°C 加熱で著しく pH が低下する。この理由は不明であるが注目すべきことである。Fig. 1-(2) は実験 I で予め加熱したすり身を 100°C でさらに加熱してかまぼことした場合の足の強さを示す。この場合，P. P. Na 添加群および無添加群とも予め 40°C で 30 分間加熱したものがもつとも足が強い。1 段加熱の坐りの場合 (Fig. 1-(1)) では 45°C 加熱のもののゼリー強度がもつとも大きか

つたが，2段加熱してかまぼこにした場合には，45°C で予加熱したものの足は 40°C で予加熱したものの足よりかなり小さい。さきに，45°C，30分間の加熱によつてできるゼリーはわずかではあるが白濁を呈し，戻りが起こつているということを述べた。したがつてこのことは2段加熱の場合にえられた Fig. 1-(2) の結果によつて証明されたわけである。元来，“戻り”とはすり身を室温で坐らせ，坐つたままで長時間放置したものを加熱した場合に足のないかまぼこになる現象をいつた。室温で放置した場合には温度が低いため戻りの速度がおそく，したがつて戻りは起こつているがその程度が小さいために，坐りによつて形成されたゼリーのゼリー強度を低下させるまでは進行していないので，全体としては戻りは認められない。しかし，これを加熱してかまぼことした場合におこる足の低下の度合によつて戻りの関与している程度が知られる。しかして，戻りは温度が高いほど早く起こり，また，起こりやすいことが知られている。20°C 近辺の低い温度では 1～3 日で起こる戻りが 45°～50°C の高温では 30 分で起こる。低温で起つた戻りは加熱してかまぼこにした場合の足の低下によつて初めてわかる程度のものであるが，50°C，30 分で起つた戻りはこれをさらに加熱してかまぼこにしなくとも，坐りによつて生じたゼリー強度を著しく低下させる程度にまで起こるので，直ちにその戻りの存在を知ることができる。Fig. 1-(2) の2段加熱かまぼこの足の強さと Fig. 1-(1) の坐りによるゼリー強度とはまつたく似た関係にあるので，Fig. 1-(1) のゼリー強度の強弱からだけでも戻りの程度が推定できる。

また元来，坐りとは塩ずり肉を室温に放置した場合にゼリー状のものになる現象をいい，加熱した場合に起こるこの種の現象は坐りとは呼ばずにかまぼこ形成，あるいはかまぼこの足形成として，坐りによるゼリー形成とは別なものとみなされてきた。

岡田[8]はグチおよびエソ塩ずり肉を 43°～45°C で加熱した場合にできるゼリーのゼリー強度を足と呼んでいるし，また，45°C におけるゼリー形成を足形成としている。一般には，室温またはそれ以下の温度で塩ずり肉を放置したときに起こるゼリー形成を坐りと呼んでいる。しかし，温度が高い程坐りは起こりやすいといわれているので，温度を段段と高くして 40°，45°C とした場合には坐りはどのようになるだろうか。また，この場合に形成されるゼリーは坐りによるものだろうか，あるいはかまぼこ形成または足形成によるものなのだろうか。本実験のすり身を 40°C で 30 分間加熱した場合と，20°C で 24 時間放置した場合に形成されるゼリーは外観および性状がまつたく同一のものである。したがつて，加熱操作されたものとはいえ，40°～45°C，30 分間の加熱によつて起こるゼリー形成は坐りとみなすべきであろう。

Fig. 2-(1) から明らかなように，40°C で加熱した場合の坐りによるゼリー強度を見ると，P. P. Na 無添加群では 60 分間の加熱をしたもののゼリー強度がもつとも大きい。

それ以上長時間加熱すると，ゼリー強度はかなり急速に低下する。

P. P. Na 添加群では 40 分間の加熱でゼリー強度が最大となり，P. P. Na 無添加群と同様に加熱時間とともにゼリー強度が低下する。P. P. Na 無添加群および添加群とも 360 分間の加熱では非常にゼリー強度の弱いものとなり，軽く手で押せば崩れるようになる。また，P. P. Na 添加群は例外なく無添加群に比較して加熱時間のいかんにかかわらずゼリー強度が弱い。これは実験 I のところで述べたように，すり身に対する P. P. Na の添加はすり身の坐りによるゼリー形成を阻害することを示している。また，P. P. Na 無添加では 60 分間加熱しても最高のゼリー強度を示すにかかわらず，P. P. Na 添加では 40 分間加熱で早くも最高ゼリー強度を通過しおわるということは P. P. Na の添加が戻りを促進することを示唆している。これについては P. P. Na 添加による pH の上昇もまた戻り促進の一因となつていると考えられる（pH ともどりについては追つて報告する）。

Fig. 2-(2) の結果はすり身を 40°C で種種の時間坐らせたもの（予加熱したもの）をさらに 100°C で加熱してえたかまぼこの足の強弱を示す。これによると，予加熱を 40 分間行なつたかまぼこの足が最高であつて，予加熱を 40 分間以上行なつたものは足が著しく低下する。とくに，予加熱 60～90 分の付近で急激に足が低下する。

実験 IV において予加熱を全然行なわずに直ちに 100°C で加熱した場合には，P. P. Na を添加したもの

のほうが無添加のものより足が強い。

しかし，予加熱を行なつた場合には，すべて P. P. Na を添加しないほうが足が強い。このことから2段加熱するかまぼこでは P. P. Na の添加はかえつて足形成を阻害するということがわかる。

C. E. Swift and Rex Ellis[9] は P. P. Na の挽肉の保水力におよぼす作用の研究で，P. P. Na または正りん酸ナトリウムと食塩の処理効果は，使用温度が 0°～5°C (16 時間) のときに著しい放果があるが，20°C ではその効果は著しく減少することをみとめている。この事実と本実験の結果とをあわせ考えると，P. P. Na 添加すり身については，とくに室温またはそれ以上の温度で放置することはさけねばならない。

pH の変化は坐りの場合と2段加熱したかまぼこの場合の両者において，P. P. Na 添加のものと無添加のものとはまつたくよく似た傾向を示している。

元来，坐りや戻りの現象は室温またはそれ以下の温度で起こる現象として取り扱われてきた。戻りの現象は，従来は戻つたすり身を加熱して，すなわち，2段加熱によつてえたかまぼこの足の低下の度合によつて確認されていた。しかし，坐りも戻りも温度が高いほど起こりやすいので，従来の考えを広げて 35°～60°C の温度における魚肉すり身の変化を観察すれば，坐り，戻りの現象が非常に短時間の間に起こるので，あえて2段加熱を行なわなくとも戻りの程度を迅速に知ることができる。また，Fig. 1-(1) と Fig. 1-(2) および Fig. 2-(1) と Fig. 2-(2) が示すとおり，すり身の低温加熱 (35°～65°C) によつてできたゼリーのゼリー強度と，このものをさらに加熱してできたかまぼこのゼリー強度とは，まつたくよく似た関係にあることは注目に値する。

実用的な見地から，Fig. 1-(2) と Fig. 2-(2) を見ると，これらの実験において予加熱をしないかまぼこ (すなわち，図中最左端のもの) では，P. P. Na を添加したもののほうが足が強い。これは，P. P. Na は強い足補強効果があるという従来のデータとよく一致する。しかし，加熱温度が 35°，40°，45°，50° または 55°C の場合，1段加熱によつて生じるゼリー強度はもちろんのこと，さらに，後加熱してできる2段加熱かまぼこのゼリー強度も P. P. Na を添加したもののほうが無添加のものに比較して弱い (Fig. 1-(1) および Fig. 1-(2))。また Fig. 2-(1) および Fig. 2-(2) の実験に見られるように時間を種種変へて一定温度の 40°C で加熱した場合にも，1段加熱によつて生じるゼリーはもちろんのこと，これをさらに後加熱してできるかまぼこにおいても，予加熱の時間が 20 分以上では P. P. Na を添加したもののほうがゼリー強度が弱い。

さきにも述べたように，すり身の低温 (35°～70°C) 加熱によつてできるゼリーに関しては P. P. Na の添加はゼリー強度を強める作用はなく，逆にゼリー形成を阻害する。また，2段加熱によつてかまぼこを作る場合にも，後加熱が足補強に役立つか，逆に足を低下させるかのいかんにかかわらず，P. P. Na を添加したものは無添加のものに比較して常に足が弱い。

また，2段加熱によつてかまぼこを作る場合，グチとハモを主体とするすり身では，予加熱の時間を 30 分に限定する限り，予加熱の温度が 35°～45°C の場合には足補強効果があり，とくに 40°C の時に著しい効果がある。また，予加熱の温度を 40°C と限定すれば，60 分間以下の加熱は足補強効果があり，40 分間加熱がもつとも効果がある。しかし，予加熱が 60 分間以上になるとかえつて急激に足が低下させられるから注意が必要である。2段加熱を行なわないかまぼこでは P. P. Na 添加は足補強効果があり，この P. P. Na 添加による足補強効果はかなり大きい (Fig. 1-(2) および Fig. 2-(2))。しかし，2段加熱による足の補強効果と比較すれば Fig. 1-(2) および Fig. 2-(2) からわるように P. P. Na の足補強効果ははるかに小さい。すなわち，35°～45°C, 30 分の予加熱または 40°C, 20～60 分間の予加熱を施した P. P. Na 無添加のすり身が後加熱後に示す足は P. P. Na 添加すり身を直ちに加熱して作つたかまぼこの足よりはるかに強い。

このことから，かまぼこの足補強に2段加熱をうまく利用すれば著しく足が強められ，しかも2段加熱をしない場合に認められる P. P. Na 添加の効果よりはるかに程度の大きな足補強効果が達せられることがわかる。

要　　約

大阪方面で最もよく使用されるグチとハモを主体とするかまぼこすり身を 30 分間あて 35°, 40°C‥‥70°C の各温度で加熱したすり身，および 40°C で 20, 40, 60, ‥‥360 分の各時間加熱したすり身のゼリー形成能とこれにおよぼすピロりん酸ナトリウムの効果を調べた。

また，上記のように加熱したものをさらに 100°C で 30 分間後加熱してかまぼこを作り，後加熱によるかまぼこの足形成におよぼす予加熱の効果と，ピロりん酸ナトリウム (P. P. Na) の効果を調べ，さらに，魚肉すり身の坐り，戻りに関して 1, 2 の考察を行なつた。

i) すり身を 30 分間あて 35°C から 70°C までの各温度で加熱した場合には，45°C 加熱のものがもつともゼリー強度が強く，60°C 加熱のものがもつともゼリー強度が弱い。

ii) すり身を 40°C で 20～360 分間加熱した場合は，60 分間加熱のもののゼリー強度がもつとも強い。P. P. Na を添加したすり身では 40 分間加熱したものがもつともゼリー強度が強い。P. P. Na の添加有無にかかわらず，60 分間以上加熱するとゼリー強度は次第に低下する。

iii) 70°C 以下の低温加熱によるすり身のゼリー形成に対しては加熱温度，加熱時間のいかんをとわず，P. P. Na を添加したものは無添加のものより強度の弱いゼリーを作る。すなわち，P. P. Na はグチ・ハモ混合肉すり身の低温度 (70°C 以下) におけるゼリー形成を阻害する。

iv) グチ・ハモ混合肉すり身を 2 段加熱してかまぼこを作る場合の予加熱の条件は，40°C, 40 分間加熱がもつともよく，この条件によつて作つたかまぼこの足は著しく補強される。また 2 段加熱かまぼこでは，P. P. Na 添加のものは無添加のものに比較して足が弱い。したがつて 2 段加熱かまぼこでは P. P. Na の添加は足形成を阻害する。

絶えず御鞭撻と激励を賜つた京都大学の清水亘博士，松原喜代松博士を初め，大阪市立衛生研究所所長岡原国男博士，同研究所の久保正徳博士に厚く感謝申し上げる。また本稿に対して種種有益な御助言をいただいた東京水産大学の平野弘博士ならびに研究遂行に協力された井原典子氏に深謝申し上げる。

文　　献

1) 清水　亘: 本誌, **12**, 5, 165～172 (1944).
2) 岡田　稔: 東海区水研報, No. 24, 67～79 (1959).
3) 岡村一弘: 本誌, **26**, 6, 595～609 (1960).
4) 右田正男・岡田　稔: 本誌, **18**, 117, 159 (1952); **19**, 589 (1953); **20**, 213, 530 (1954).
5) E. T. Friess and M. F. Morales: *Arch, Biochem. and Biophysics.* **56**, 326～333 (1955).
6) 赤堀四郎・水島三一郎編集: 蛋白質化学 III, 444 (共立社) (1955).
7) 清水　亘: 本誌, **12**, 2, 73～81; **12**, 3, 103～106 (1943).
8) 岡田　稔: 魚肉ソーセージ研究の進歩第 1 集, Page 77～83. 全国魚肉ソーセージ協力編 (1959).
9) C. E. Swift and Rex Ellis: *Food Tech.*, **10**, **11**, 546～552 (1956).

魚肉ねり製品の研究—XVIII.

種種の温度で加熱した各種魚肉すり身のゼリー形成*

岡村一弘

(1961 年 3 月 29 日受理)

STUDIES ON THE "KAMABOKO" AND FISH SAUSAGE PRODUCTS—XVIII. JELLY-FORMATION AT VARIOUS TEMPERATURES OF RAW PASTES FROM VARIOUS FISHES

Kazuhiro Okamura**

The jelly-strength and pH value of jelly-specimen attained by heating for 60 minutes at various temperatures of 30°~100°C were examined with raw fish pastes prepared from five kinds of fishes, *Makaira mazara* (a kind of tuna), *Nibea argentata*, *Muraenosox sinerus* (sea-eel), *Trachurus japonicus* (horse mackerel) and *Isuropsis glauca* (a kind of shark), respectively.

1) Faculty of jelly formation of raw fish paste varied broadly between different kinds of fish used as material. When the raw fish pastes were heated for 60 minutes at relatively low temperatures, 30°~60°C, they underwent the phenomenon of setting into flesh-colored and lucid jellies***. Raw fish paste of *Makaira mazara* acquired a largest jelly-strength when heated at 60°C and that of *Isuropsis glauca*, *Nibea* or horsemackerel did so when heated at 45°~50°C and 30°C, respectively.

2) When raw fish paste is heated at a temperature higher by 10°~20°C than that at which setting jelly displays a maximum jelly-strength, the paste produces flesh-colored very weak jelly with rough surface and deprived of lucidity. This phenomenon is called "Modori", collapse of jelly.

With raw paste of sea-eel or *Makaira mazara*, the phenomenon of "Modori" is very reserved and barely becomes apparent when heated at 65°~70°C. Raw *Nibea* paste, on the other hand, has such a great inclination to "Modori" that the jelly-strength produced by heating at 65°~70°C proves to be very low. In the case of raw shark paste, "Modori" is hard to occur but appears at 55°~65°C as a faint depression of jelly-strength. Raw paste of horse-mackerel is very different from others and quite liable to suffer "Modori" even at a low temperature as low as 50°C, giving rise to only a specimen very small in jelly-strength.

3) When raw fish paste is heated at a temperature higher by 5°~10°C than the temperature where a largest degree of "Modori" appears, a spcimen with a jelly-strength rather higher than that shown by a specimen subjected to "Modori". The jelly-strength effected by heating at a temperature above that at which "Modori" occurs is called Kamaboko formation.

The jelly-strength which raw fish paste acquires on heating under a definite condition is so diverse between different kinds of fish manufactured into the raw paste that the difference in faculty of jelly formation has been considered to originate from some specialities entirely inherent to fish species. In the present work, however, it was clarified that the change in

---

* 本研究の大要は 1961 年 4 月 6 日，日本水産学会年会（東京）で発表した。

** 大阪市立衛生研究所 (Osaka Municipal Hygienic Lab., Kitaoogimati, Kita-ku, Osaka Japan).

*** In general, the word of setting, "Suwari", means a change through which raw fish paste sets into a jelly without any intentional heating. But it is considered to be accelerated by heating the paste at relatively low temperatures.

jelly-strength of produced jelly with heating temperature consists of three phenomena which take place in sequence as setting-jelly formation, collapse of jelly and Kamaboko-jelly formation, respectively, according to elevation of heating temperature. The author is now of opinion, therefore, that, insofar as the faculty of jelly formation of fish paste is concerned, difference in fish species can be dealt with in a rather general or simplified aspect of the problem, viz., as the difference of said three phenomena in relative speed of progress.

グチとハモの混合魚肉からなるすり身はこれを 40°～50°C で 30 分間加熱するとゼリー強度の強いかまぼこになるが，60°～70°C で 60 分間加熱するとゼリー強度の著しく弱いものとなる。しかし，クロカワのすり身は 60°～70°C で加熱すると 40°～50°C で加熱した場合よりゼリー強度の強いかまぼこになる。これは魚種によつて加熱温度によるゼリーの形成能およびゼリー形成速度がことなるばかりでなく，戻りの速度あるいは戻りやすさが異なるためではなかろうか。魚肉すり身のゼリー形成能は魚種および魚肉鮮度によつて非常に異なることが報告[1]されている。

そこで，大阪方面でかまぼこ材料としてもつともよく使用されるハモ，グチおよび魚肉ソーセージになくてはならないクロカワその他アジ，アオザメの5種の魚肉について，これらすり身の各種加熱温度における足形成能を調べた。その結果，魚種によつてゼリー形成能が非常に異なることを知つた。しかしすり身の熱変化を，(i) 60°C 以下の低温におけるゼリー形成と，(ii) 60°C 以上の高温における足形成および (iii) 45°～70°C の中間温度における戻りの現象の3つの変化に分けて考えることによつて，魚種によるすり身のゼリー形成能の著しい相異もこれら3つの変化の量的な問題として統一的に把握することができる。これらの実験結果とその考察について報告する。

実験およびその結果

I. 実験方法

魚肉すり身の調製は，各魚肉を単一で使用し，これらをそれぞれミンチ肉にし，これらにそれぞれ適量の水と食塩を添加してすり鉢で十分すつて魚肉すり身にする。食塩の量はすり上げ肉に対して 3.0% となるように添加する。このようにして作つたすり身を用いて，いづれも XVII 報で述べたように約 60g の扁平な円形の餅状物を作り，これらを各別の温度の水浴中で 60 分間加熱した後，流水中に入れて急冷し，その後 3°C の冷所に一夜間放置した後，官能検査によつてゼリー強度を判定した。ゼリー強度の測定法および pH の測定法はいづれも XVII 報と同じ方法によつた。

しかし，実験1 (Fig. 1) のゼリー強度の判定には官能検査とともにその破断応力を測定した。この破断応力の測定には木塚・中野[2]の変法を用いた。すなわち，氏等の方法の金属棒の代りに棒状水銀温度計を使用し，温度計の水銀球がゼリーを突き破るときの分銅の重量をもつて破断応力とした。

II. 実験結果

1. 新鮮*なハモのミンチ肉のすり身と，鮮度の低下した**ものの2つを 40°C から 100°C まで 5°C 間隔おきにそれぞれ 60 分間加熱して，これらすり身の各温度におけるゼリー形成能を調べた。なお，これらのハモすり身には 3% の澱粉が添加されている。その結果は Fig. 1 のとおりである。

ハモすり身では加熱温度が高くなるほどゼリー強度が強くなり，新鮮なものでは 60°～70°C, 60 分間の加熱ではゼリー強度が低下しない。しかし，鮮度の低下したハモ肉すり身では，65°C の加熱によつてゼリー強度が低下してゼリー強度の変化に谷が見られる。

また，この鮮度の低下したハモすり身について破断応力の大きさと，官能検査によつて判定したゼリー強度を比較した結果 (Fig. 1) によれば，両者はよく一致する。

---

* 新鮮なハモ肉といつても“生きハモ”ではなく，入手までには1～3日氷蔵されていたものと思われる。

** 上記のハモのミンチ肉を 3°C の冷蔵庫に1日保存後，さらに冬季 5°～15°C の室温に2日間放置して鮮度を低下させた。

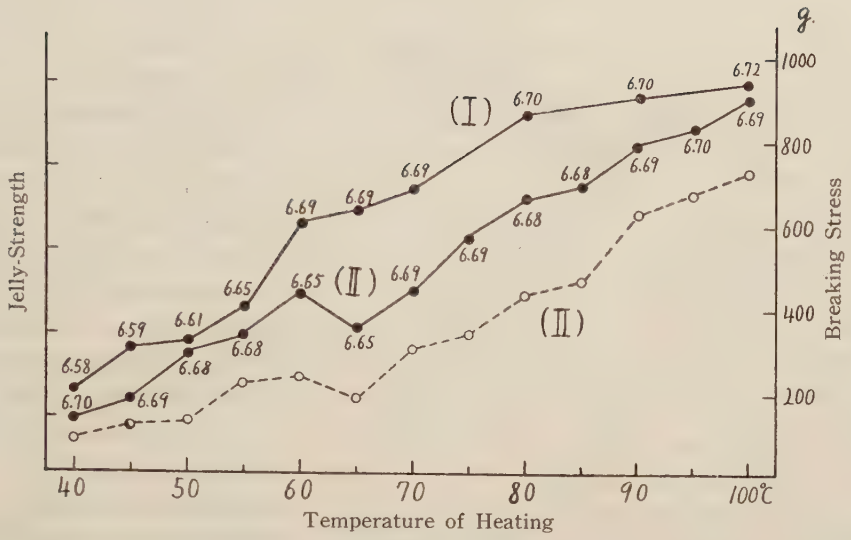


Fig. 1. Values of pH, jelly-strengths, and breaking stresses of specimens manufactured from relatively fresh and unfresh sea-eel by heating at various temperatures.
(I): relatively fresh, (II): unfresh.
—●—: organoleptically estimated jelly-strength, --○--: breaking stress.
The numerals in the figure indicate pH values of specimens.

pH 値の変化は新鮮なすり身では加熱温度が高くなるほど pH 値が高くなる。その変化は一般にかなり少ないが，50°～60°C に加熱した場合には pH 値の変化は割合に大きい。また鮮度の低下したすり身では，40°～60°C の間では温度が上昇するほど pH 値が低下し，60°～65°C で pH 値が最低となり，70°C で元に復して，それ以上加熱温度が高くなつても pH 値はほとんど変化しない。40°～55°C の割合低い温度で加熱した場合鮮度低下肉すり身の pH が高いのは，鮮度の低下によつて生魚肉の pH 値が高くなつているためと考えられる。しかし，新鮮肉すり身からのゼリーの pH 値は加熱温度条件が 40°～60°C と上昇すると pH 値が高くなり，鮮度低下すり身からのゼリーでは逆に pH 値が低下するのはなぜであろうか。

加熱温度が高くなると蛋白質が熱凝固するために水溶性蛋白質が減少するので，pH 値が一般に高くなる。この実験からもわかるように，蛋白質の熱凝固点付近で pH 値の上昇率がもつとも大きくなつている。

鮮度の低下した肉から調製したすり身では 40°～60°C の間で pH 値が逆に低下する理由はわからないが鮮度低下によつて変性された蛋白質または他の物質が pH 値に大きく作用するのであろう。

新鮮なハモ肉のすり身では 65°～70°C の加熱によつてゼリー強度は低下しないが，この温度ではゼリー強度の増加割合は減少する。鮮度の低下した肉から調製したすり身では 65°C の加熱では 60°C の加熱に比較してかなりゼリー強度が低下する。また，加熱条件が同一の場合には，鮮度低下肉すり身のゼリー強度は新鮮肉すり身のそれより必らず弱く，60°～80°C の加熱のゼリー強度がとくに弱い。

XVII 報においてグチ肉とハモ肉の混合すり身では 65°～70°C で加熱したもののゼリー強度は著しく弱く，45°C で加熱したもののゼリー強度に比較して非常に弱いことを述べた。ハモは一般に足が弱く，ハモ肉を多く用いるかまぼこでは足の強いグチ肉がハモ肉と一緒に使用される。[6] XVII 報のすり身はハモ肉とその 1.5 倍量のグチ肉の混合物であつて，このすり身のゼリー強度は主としてグチ肉に依存しているために 60°～70°C の加熱でゼリー強度が著しく低下して最低となつたのであつて，新鮮なハモ肉すり身では 60°～70°C，60 分間の加熱によるゼリー強度は 45°～55°C，60 分間加熱のゼリー強度より弱くならない。

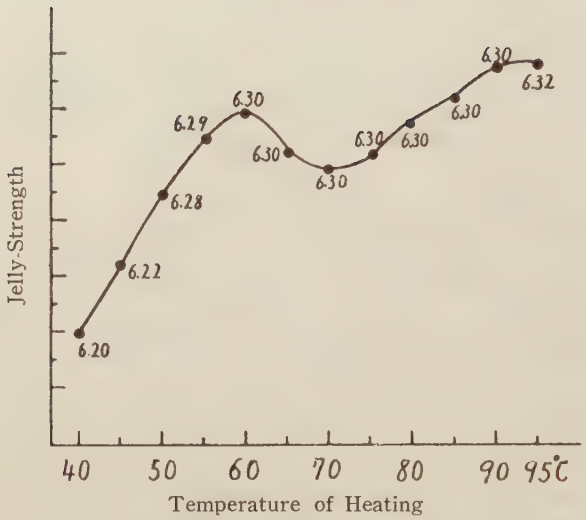


Fig. 2. Values of pH and jelly-strengths of specimens manufactured from raw fish paste of *Makaira manaza* by heatings at various temperatures. The numerals along the curve indicate pH values.

2. 冷凍クロカワ肉を使用して食塩量3%，無澱粉のすり身を作り，これについて**1**と同様に実験した。その結果はFig. 2 のとおりである。

クロカワ肉すり身はかなり坐りにくいが，温度が高くなるにつれて坐つてゼリーを形成し，50°C でゼリー強度の強いものとなる。45°～50°C の加熱によつてできるゼリーは透明感のあるこんにやく状ゼリーであるが，55°C に加熱したものはややかたく，こんにやく状の滑らかさ，しなやかさが減じて白濁を呈するがなおこんにやく状でゼリー強度は最も大きい。60°C 加熱のものではこんにやく状の感じはほとんどなくなつて，かまぼこ状のゼリーとなる。したがつて，55°C と 60°C 加熱のものではゼリーの性質がまつたく異なるために，そのゼリー強度の比較は困難である。65°C で加熱したものは表面の肌が荒れて粗雑な感じの灰白色のゼリーとなり，表面を手でこすると消しゴムをこすつたようにはげる。ゼリー強度は 60°C 加熱のものと比較して弱く，“戻つた” 感じが強い。70°C 加熱のものでは 65°C 加熱のものと比較してゼリー強度はやや低下するように感じられるが，両者間のゼリー強度の差は小さくて判定が困難である。しかし，70°C，75°C 加熱のものは 65°C 加熱のものと比較して表面が滑らかになつて食感もよりいつそうかまぼこスタイルのものとなる。したがつて，70°C 加熱のものではゼリー強度は 65°C 加熱のものよりやや低下するが，表面が滑らかになつて戻つた感じの減少することから，かまぼこ形成がかなり起こつていると考えられる。75°C，80°C と加熱温度が高くなるほどゼリー強度は強くなり，80°C ではまつたくかまぼこ風のものとなる。

これらの観察から，40°～50°C の加熱によつて形成されるしなやかな透明感のあるゼリーは，坐りやすいすり身を室温で坐らせた時にえられるゼリーと同質のものであると考えられる。クロカワ肉すり身は坐りにくく，室温 (15°C) では 24 時間放置してもほとんど坐らない。しかし，本実験からも明らかなように，温度が高くなると坐つてゼリー強度の強いものとなる。坐りは 50°，55°C と温度が高くなるほど進行してゼリー強度の強いものとなるが，50°C 加熱のものでは極くわずかに白濁を生じ，55°，60°C と加熱温度が高くなるにしたがつてこの白濁がますます進行する。この白濁は清水[3]も述べているように加熱によるミヨシン系蛋白質の熱凝固に起因するものであろう。

坐りによるゼリー形成は温度が高いほど急速に進行するので，1時間の加熱条件では 60°C で坐りはほとんど完成するが，一面では蛋白の熱凝固を招いて戻りが起こり，65°C の加熱においては戻りのために坐りによつてできたゼリーが崩壊されるものと考えられる。この「戻りやすさ」は魚種によつて非常に異なり，クロカワでは戻りにくく，65°～70°C，60 分間の加熱で初めて戻りによるゼリー強度の低下が目立つ程度となる。75°C 加熱のものではややゼリー強度が回復し，サンプルの表面，切り口が滑らかとなつてかまぼこ風となるが，この傾向は 80°，85°C と温度が高くなるほど大きい。55° および 60°C 加熱のものもかまぼこの感じに近いゼリーとなるが，75°C 以上の加熱によつてできたゼリーとは本質的に異なるように感じられる。60°C 加熱によつてできたゼリーは坐りによつてできたこんにやく状ゼリーの中に熱凝固した蛋白粒子が存在しているために，白濁し，凝固した蛋白粒子のために滑らかさとともにこんにやく状の感じが減少

した結果，かまぼこ風に感じるのであつて，このものをさらに長時間 60°C で加熱するとゼリー強度はますます低下する。

しかし，75°C 以上で加熱してえたゼリーはいわゆるかまぼこ形成によるものであつて，これをあらためて 60°～65°C に長時間加熱しても，もはやゼリー強度は低下しない。

坐りによるゼリー形成には蛋白質分子の骨格構造あるいは網目構造の存在が暗示されているが[4]，坐りにおけるゼリー形成に蛋白質分子がこのような構造をとるとしても蛋白質分子相互の結合，あるいは絡まり合いは非常にゆるやかなものであるか，あるいは結合することなく単にこのような構造に配列するだけであつて，容易に戻りによつて破壊されるような弱い3次元の網状構造を作るのではなかろうか。ところが，戻りの起こる速度はかなりおそいために，急速に 75°C 以上に加熱されると，蛋白質は急激な熱変性を受けて熱凝集することなく互に絡まり合つて，坐りによつて形成された3次元のゆるやかな網目構造が破壊されることなく固定されてしまう結果，安定な足形成が行なわれるのであろう。

3. 冷凍キグチを用いてすり身を作り，**1** および **2** と同様に各加熱温度におけるゼリー形成能を調べた。すり身は食塩 3%，澱粉 10% 添加のものと，無澱粉の2つのものについて実験した。その結果は Fig. 3-A のとおりである。

Fig. 3-A から明らかなとおり，無澱粉すり身では 65°～70°C 加熱のもののゼリー強度が最低となり，10% 澱粉添加すり身では 60°C 加熱のもののゼリー強度が最低であつて，65°, 70°C 加熱のものではゼリー強度が 60°C 加熱のものより強くなつている。これは添加澱粉の糊化によつてゼリー強度が増大されるためであつて，無澱粉のギグチ肉すり身では 65°～70°C 加熱のもののゼリー強度が最低となつている。75°C 加熱のものではややゼリー強度が回復し，温度が高くなるほどゼリー強度が増大する。同一温度で加熱した場合には，澱粉添加すり身のほうが無澱粉すり身より足が強い。これは XV 報[5] のデーターとよく一致する。いづれにしろ無澱粉すり身，および澱粉 10% 添加すり身とも 60°～65°C 加熱のものはゼリー強度が弱く，また，表面および切り口が非常に荒れた感じで，指で軽く押せば容易に崩れる程度のものである。

pH 値には顕著な変化がなく，55°～65°C 加熱のものの pH が最も低く，加熱温度が高くなるほど pH 値が高くなる。

4. ハモミンチ肉に食塩を 3% 添加し無澱粉および 10% 澱粉含有すり身を作り，上記 **2** および **3** の実験と同様に各加

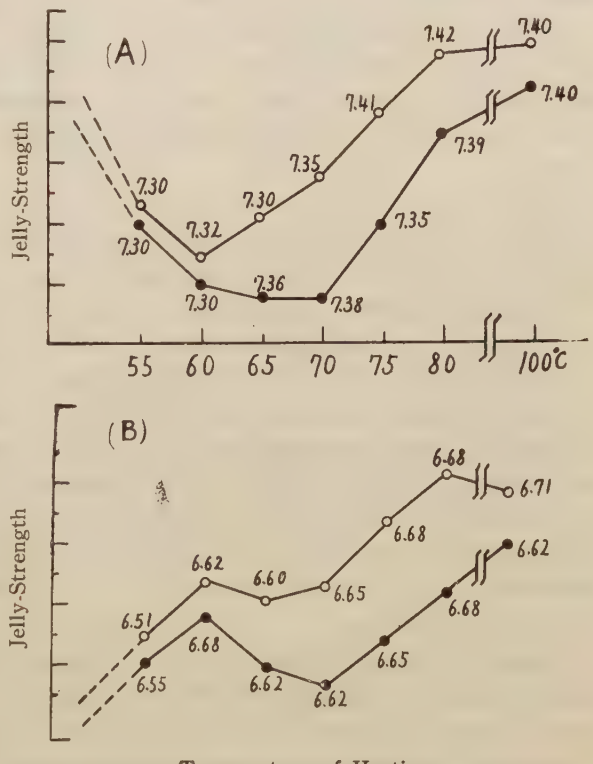


Fig. 3. Values of pH and jelly-strengths of specimens manufactured from raw fish pastes of *Nibea* (A) and sea-eel (B) by heatings at various temperatures.
—●—: specimens manufactured from raw fish paste added with no-starch, —○—: specimens manufactured from raw fish paste added with starch amounting to 10%.
The numerals in the figures indicate the pH values of specimens.

熱温度におけるゼリー強度を試験した。その結果は Fig. 3-B のとおりである。

ハモ肉すり身では 60°C 加熱のものでもゼリー強度は割合に強く，グチ肉すり身の場合とはまつたく趣を異にする。本実験の結果はゼリー強度ならびに pH 値の変化とも実験 1 (Fig. 1) の鮮度低下肉すり身の結果とよく一致しているので，このハモ肉は相当鮮度が低下していたものと考えられる。

無澱粉すり身では 70°C 加熱でゼリー強度が最低となり，澱粉すり身では 65°C 加熱でゼリー強度が最低となつて 70°C では回復する。澱粉添加すり身では澱粉の糊化によりゼリー強度が補強されるために，65°～70°C におけるゼリー強度の低下が補償されてほとんどこの温度でゼリー強度の低下が見られない。コムギ澱粉の糊化は 65°C から始まるが，魚肉すり身中の澱粉粒子は糊化されにくく，糊化温度が高温値にずれる[6),7)]ので，本実験からもあきらかなように，添加澱粉の足補強作用は 70°C 以上の加熱から顕著に現われてくる。

Fig. 1 の実験からわかるように，ハモ肉すり身は割合に坐りにくいために加熱温度が高いほど坐りが進行してゼリー強度の強いものとなる。しかし，坐りによるゼリー形成は 1 時間の加熱では 60°C で一応最高に達する。そして温度が高くなると戻りが起こりやすくなつて，戻りのために坐りによつて形成されたゼリーが崩壊し，あるいは坐ることなしに直に戻る。坐りと同じように戻りやすさも魚種によつて異なるが，戻りは一般に 65°～70°C 付近の温度で最も起こりやすい。ハモ肉すり身は割合戻りにくく，60 分間の加熱では 65°C よりも 70°C のほうが戻りやすい。グチ肉すり身では戻りはかなり起こりやすく，65°C, 60 分間の加熱で相当戻るので，無澱粉すり身では 65°C でゼリー強度が最低に達する (Fig. 3-A)。

Fig. 2 からわかるように，クロカワ肉すり身もかなり戻りにくく，65°～70°C の加熱でゼリー強度が少し低下する。

しかし，ハモ肉，クロカワ肉すり身を加熱してえたサンプルの外観観察からは，65°C 加熱のものがもつとも表面および切り口の肌が粗雑で戻つた感じが強いが，70°C 加熱のものではこの粗雑感が少なくてなめらかであり，75°C 加熱のものでは戻つた感じは非常に少なくてほとんどかまぼこ状である。このことから，ゼリー強度は 70°C 加熱のものが最低であるが，70°C からすでにかまぼこ形成によるゼリー化が起こつていると考えられる。したがつて，XVII 報で述べたように坐りによるゼリー形成と同時に戻りが起こつており，戻りのもつとも起こりやすい 60°～70°C 付近の加熱ですでにかまぼこ形成によるゼリー化が起こつていると考えられる。もし，戻りが起こらないものとすると，ハモ肉およびクロカワ肉すり身のように 60°～65°C で坐りによるゼリー形成が最高となつて，このゼリーが崩壊されることなく，すなわち，ゼリー強度が低下することなしに 65°C 付近から坐りによつて形成されたゼリーがかまぼこゼリーに変化して行くであろう。坐りによるゼリーとかまぼこ形成によるゼリーの違いは，坐りによつて形成されたゼリーは戻りによつて崩壊する不安定なものであるが，これに反して，かまぼこ形成によつてできたゼリーは 65°～70°C で長時間加熱しても戻ることのない安定なものであつて，この点で明瞭に区別することができる (追つて詳しく発表の予定)。

5. 新鮮なアジ肉すり身の加熱温度によるゼリー形成能の相異を調べた。このすり身は無澱粉で食塩 3% 添加のものであつて，その結果は Fig. 4-A のとおりである。

Fig. 4-A から明らかなように，アジのすり身では 60 分間加熱した場合，加熱温度 30°C では十分に坐つて非常にゼリー強度の強いものとなるが，40°～50°C と加熱温度が高くなるとゼリー強度が低下して 50°C でゼリー強度は最低となり，60°, 70°C と加熱温度が高くなるとゼリー強度がふたたび強くなつて，80°C で最高となる。50°C 加熱では灰白色のまつたく戻つた製品となるが，60°C からはかまぼこ状のゼリーとなる。グチ，ハモおよびクロカワでは 65°～70°C 加熱でゼリー強度が低下し，75°C 以上の加熱からかまぼこ形成によるゼリー化がやや顕著に起こつたが，これと比較するとアジの場合は非常に趣をことにしている。岡田[8)]によるとアジは非常に坐りやすく，グチは「坐りやすさ」が普通であり，クロカワは坐りにくい。本実験から明らかなように，ハモおよびクロカワは坐りにくいうえに戻りにくいが，キグチはクロカワおよびハモと比較すると坐りやすく，かつ，戻りやすい。このように坐りやすい魚肉ほど戻りやすい傾向にあるように

思われる。アジは非常に坐りやすいので 30°C, 60 分間の加熱で十分に坐つてゼリー強度の強いものとなるが，また反面，非常に戻りやすいために 40°C からすでにかなりの戻りが起こり，ゼリーが崩壊されて 30°C 以上の加熱ではゼリー強度が低下する。また，グチ，ハモおよびクロカワではアジより坐りにくいために，60 分間の加熱ではアジより高温の 55°～60°C で加熱しないと十分に坐らない。そして，戻りもアジよりは起こりにくいために 65°～70°C の加熱によつて初めて戻るので 65°～70°C でゼリー強度の変化に谷が現われる。アジは戻りやすいために 50°C で極端に戻つてしまう。また，足の形成もグチ，クロカワおよびハモでは 70°～75°C から起こるが，グチ，ハモおよびクロカワではこの温度では戻りが足形成よりも優位に起こると見えてゼリー強度はかえつて低下する。アジは坐りやすいうえに足形成も起こりやすいと考えると，60°C 加熱では戻りによるゼリー強度の低下よりも足形成によるゼリー強度の上昇のほうが優位に行なわれるために 60°C 加熱のものでは 50°C 加熱のものよりゼリー強度が強くなるのだと説明される。

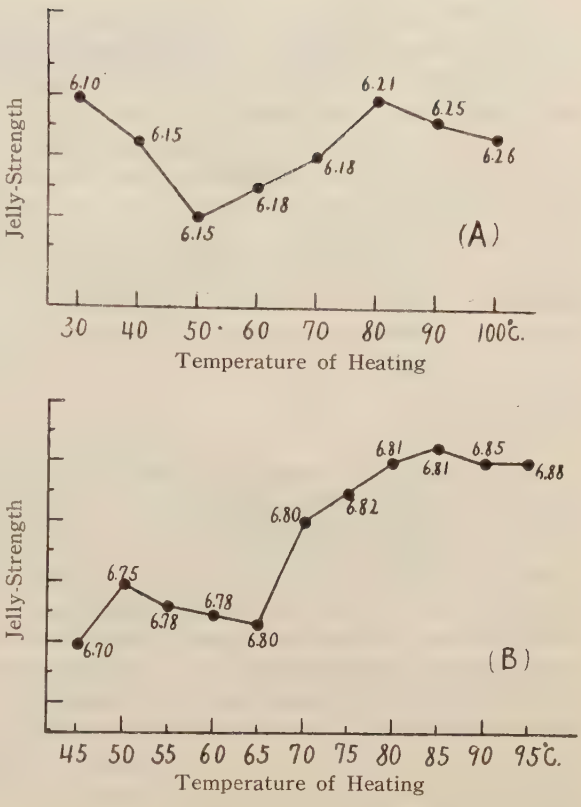


Fig. 4. Values of pH and jelly-strength shown by raw fish pastes after heating at various temperatures.
(A): specimens from raw fish paste of horse mackerel, *Trachurs japonicus*, prepared without addition of starch.
(B): specimens from raw fish paste of *Isuropsis glauca*, a kind of shark, prepared with addition of 3% starch.

6. 冷凍アオザメ (体重 20kg) のミンチ肉を水洗したものを用いてすり身を作り，その加熱温度によるゼリー形成能を試験した。このすり身は澱粉 3% および食塩 3% 添加したものである。その結果は Fig. 4-B に示す。

Fig. 4-B から明らかなとおり，50°C で坐りによるゼリー強度が最高となり，55°～65°C の加熱ではわづかにゼリー強度が低下する。しかし，70°C では急激にゼリー強度が増大する。クロカワ，ハモ，グチおよびアジなどではかまぼこ形成によるゼリー形成は割合に徐徐に行なわれたが，アオザメの場合には 70°C で急激に足が強くなり，大変特異的である。アオザメにおいても，すり身を 45°～50°C に加熱したものは普通の坐りによるゼリー特有のこんにやく状のものとなる。しかし，55°～60°C 加熱の場合には食感がだんごのようになつて，他のすり身の 55°～60°C 加熱のゼリーとはやや趣が異なる。いづれにしろ，アオザメ肉すり身も 60°～65°C で戻りによつてゼリー強度がわづかではあるが低下してゼリー強度の変化に谷を作る。

以上5種の魚種について述べたように，魚肉すり身を加熱すると，その加熱時間が 60 分間のときには 30°～60°C 加熱のさいに坐りによつて，坐り特有の透明感のあるゼリーを形成する。ゼリー強度のもつとも強いゼリーが形成される温度は魚種によつて異なり，ハモおよびクロカワでは 60°C，アオザメおよびキグチでは 45°～50°C であつて，アジでは 30°C である。この坐りによるゼリー強度が最強となる加熱温度よ

りも 10°～20°C 高い温度で加熱されるとゼリー強度は低下する。このゼリー強度の低下は戻りによるもので，ゼリーの透明感は失われて，灰白色の表面，切り口の肌の粗雑なゼリー強度の弱いものとなる。この戻りが起こる温度よりさらに高い温度で加熱した場合に生じるゼリー強度はふたたび大きくなる。この高温加熱でえられる強いゼリー強度はかまぼこの足形成によるものと考えられる。

以上述べたように，魚種によつて各加熱温度におけるゼリー形成能がまつたくことなるのは，すり身の坐りやすさ，戻りやすさおよび足形成能が異なるためであつて，坐り，戻り，主として足形成反応の速度の問題としてこれらの現象を眺めることができる。たとえば，元来ほとんど戻らないクロカワ肉すり身と，60°～70°C で戻つてゼリー強度の著しく低下するグチ肉すり身のゼリー形成は，何か本質的な相違があるかのように考えられていたが，本実験のように加熱の温度条件を 5°C 間隔おきに区切つて各温度段階における各種魚肉のゼリー形成能を詳細に比較することによつて，クロカワ肉すり身とグチ肉すり身の 60°～70°C 加熱におけるゼリー形成能の大きな相違も，ただ一定加熱時間内に進行する戻りの量の相異に帰らせられることがわかり，相当質的に異なるように考えられていたすり身の変化を量的な問題に統一的に把握することができた。

要　　約

ハモ，クロカワ，グチ，アジおよびアオザメのそれぞれの単一魚肉からなるすり身を 30°～100°C の各種の温度で 60 分間加熱して，各加熱温度におけるこれら魚肉すり身のゼリー形成能を調べた。

i) 魚種によつてゼリー形成能は相当異なるが，30°～60°C 加熱によつて坐り特有の透明感のあるゼリーを形成する。この坐りによつてできたゼリーのゼリー強度は，ハモおよびクロカワでは 60°C，アオザメおよびキグチでは 45°～50°C，アジでは 30°C 加熱のさいにもつとも強くなる。

ii) 坐りのゼリー強度が最強となる温度よりも 20°C 高い温度で加熱されるとゼリー強度は低下する。このゼリー強度の低下は戻りによるものでゼリーの透明感は失われて，灰白色の，表面の肌の粗雑なものとなる。ハモおよびクロカワでは割合に戻りにくく，戻りのおこる温度は 65°～70°C であるが，この温度でのゼリー強度の低下は少ない。グチは割合に戻りやすく 65°～70°C で戻り，著しくゼリー強度が低下する。アオザメは割合にもどりにくく，55°～65°C で戻つてゼリー強度が低下する。アジは以上 4 種の魚とは非常に異なつて，坐りによるゼリー強度は 30°C で最強となるが，また，非常に戻りやすく，50°C の加熱では戻りによつて著しくゼリー強度が低下する。

iii) 戻りによつてゼリー強度がもつとも低下する温度よりも 5°～10°C 高い温度で加熱するとゼリー強度はふたたび強くなる。これはかまぼこの足形成によるものである。

魚肉すり身の各温度におけるゼリー形成能は魚種によつて著しく異なるために，魚種によつて魚肉のゼリー形成能が何か本質的にことなるかのように思えられるが，上記のように，すり身の熱変化を，坐り，戻り，および足形成の 3 つの変化に分けて考えることによつて，魚種の相異によつて著しくことなる魚肉すり身の熱変化を上記 3 つの変化の量的差異，すなわち，相対的速度の差異の問題として統一的に把握することができる。

絶えず御鞭撻と激励を賜わつた京都大学の清水　亘博士，松原喜代松博士を初め，大阪市立衛生研究所所長岡原国男博士，同研究所の久保正徳博士に厚く感謝申し上げる。また，本稿に対して種種有益な御助言をいただいた東京水産大学の平野弘博士ならびに研究遂行に協力された井原典子氏に深謝の意を表する。

文　　献

1) 岡田　稔：東海区水研報告，24 号，73～79 (1959).
2) 木塚静雄・中野薫二：山口大学農学部学術報告，6 号，115～122 (1955).
3) 清水　亘：日誌，**12**，5，165～179 (1944).
4) 右田正男・岡田　稔：本誌，**18**，117，159 (1952)；**19**，589 (1953)；**20**，213，530 (1954).
5) 岡村一弘：本誌，**27**，1，59 (1961).
6) 内山　均・天野慶之：本誌，**20**，830 (1955).
7) 岡田　稔・山崎惇子：本誌，**20**，583 (1957).
8) 岡田　稔：東海区水研報告，24 号，67～72 (1959).

PETERSEN 型資源量推定法の一吟味

能勢幸雄

(1961 年 6 月 12 日受理)

AN ANALYSIS OF THE PETERSEN-TYPE FISH POPULATION ESTIMATE.

Yukio NOSE*

Assuming that the diminution of tags which involves the extra natural mortality of the tagged fish and the loss of tags, occurs at a constant rate throughout the period of experimentation, the extent of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the above factors was analysed. The calculation showed that the bias of estimate increases as time passes and tends to approach the maximum limit which is determined by the ratio of the tag diminution coefficient to the total mortality coefficient (Eqns. 4, Table 1 and Fig. 1).

In order to eliminate this bias, a method based on the series of sample tag ratios obtained for regular intervals after liberation, was deduced (Eqns. 7 and 14).

The validity of this method was ascertained by the bead drawing experiment and comparing the results obtained by this method with those of simple PETERSEN method and the BEVERTON method, the advantages and disadvantages were discussed. It was also shown that the size of natural mortality coefficient may roughly be estimated by using the Author's method and the BEVERTON method together (Table 4).

PETERSEN 型の標識放流で放流時の資源尾数を推定するさい，充たされていなければならないいくつかの条件がある[1),2)]。標識魚の死亡が増えないこと，標識の脱落がないことも必要であつて，これらがもし存在するなら推定値は過大になる。

本報では，標識魚の自然死亡の増加分と標識の脱落とをあわせて標識減耗**と呼び，また，時間的に一定の率で起こるものとして***，この標識減耗の大きさが資源尾数の推定値に与えるかたよりの程度を定量的に吟味した。さらに，放流後の各期の漁獲物にあらわれる標識率の系列を用いて，このかたよりを除く1つの方法をみちびき，その妥当性をビーズを用いたモデル実験で検討するとともに，従来の方法と比較して，その得失を論じた。

本文に入るに先立ち，常にご指導をいただいている檜山義夫東大教授に感謝の意を表したい。なお，本研究の費用の一部は文部省科学研究費によつた。

標識減耗のあるときの推定値のかたよりの大きさ

推定の対象とする漁獲資源の初期尾数を N_0，うち X_0 尾を標識魚とする。したがつて，非標識魚の初期尾数 U_0 は N_0-X_0 尾。いま，漁獲係数を F，自然死亡係数を M，標識減耗係数を T とし，ふつうの力

---

* 東京大学農学部水産学科 (Fish. Inst., Fac. of Agr., Univ. of Tokyo).

** CLARK と JANSSEN (1945) は Tagging mortality と表現している[3)]。ただし，その内容は放流直後の標識魚の大量斃死と標識の急激な脱落とを加えたものである。したがつて，RICKER (1948, 1958) の A 型の誤差原因にあたる。

*** RICKER のいう B 型の誤差原因にあたる。したがつて，また BEVERTON (1954)[4)]，BEVERTON と HOLT (1957)[5)] の第 II 型の誤差原因と同義である。

学的モデルを用いて，第 r 期までの非標識魚の総漁獲尾数 C_{Ur} および標識魚の再捕尾数 C_{Xr} を求めると，

$$C_{Ur} = \frac{FU_0}{F+M}\left(1 - e^{-(F+M)r}\right) \qquad (1)$$

$$C_{Xr} = \frac{FX_0}{F+M+T}\left(1 - e^{-(F+M+T)r}\right) \qquad (2)$$

を得る。ただし，放流後の各小期間（日，週，旬）の単位を1とし，F, M, T をそれぞれこの単位にもとづいてはかつたものとする。

したがつて，第 r 期までの総漁獲尾数 $(C_{Ur}+C_{Xr})$ と再捕尾数 C_{Xr} とを用いて，PETERSEN 流の推定を行なうと，$\hat{N}_0$ の推定値 $N_{(r)}$ は，

$$\hat{N}_{(r)} = X_0 + U_0 \frac{(F+M+T)\left(1 - e^{-(F+M)r}\right)}{(F+M)\left(1 - e^{-(F+M+T)r}\right)} \qquad (3)$$

となる。

(3) 式で，$T=0$，すなわち標識減耗が全くないときは常に $\hat{N}_{(r)} = X_0 + U_0 = N_0$ となつて推定値にはかたよりを生じない。しかし，$T>0$ のときは，r の増加にともなつて $\hat{N}_{(r)}$ は増大し，$X_0 + U_0(F+M+T)/(F+M)$ に近づく。この場合，F と M はその和，すなわち全減少係数 Z として働らくので，Z が同じなら F と M の割合がどう変つても過大推定の程度は等しい。ただし，F の割合が大きいほど再捕尾数が増え，$\hat{N}_{(r)}$ の信頼限界はせまくなる。

いま，推定値のかたよりの大きさを，$\hat{N}_{(r)}$ と N_0 の比として表わし，これを $\gamma_{(r)}$ とすると，

$$\gamma_{(r)} = P\left\{1 - \frac{(F+M+T)\left(1-e^{-(F+M)r}\right)}{(F+M)\left(1-e^{-(F+M+T)r}\right)}\right\} + \frac{(F+M+T)\left(1-e^{-(F+M)r}\right)}{(F+M)\left(1-e^{-(F+M+T)r}\right)} \qquad (4)$$

Table 1. The extent of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the diminution of tags. The bias is represented as the ratio of the estimate to the true size of initial fish population.

	Z / r	0.01	0.02	0.05	0.10	Z	0.01	0.02	0.05	0.10
$T=0.01$	1	1.01	1.01	1.01	1.01	$T=0.05$	1.03	1.03	1.03	1.03
	2	1.01	1.01	1.01	1.01		1.05	1.05	1.05	1.05
	3	1.02	1.02	1.01	1.01		1.08	1.08	1.08	1.07
	4	1.02	1.02	1.02	1.02		1.10	1.10	1.10	1.10
	5	1.03	1.03	1.02	1.02		1.13	1.13	1.12	1.12
	10	1.05	1.05	1.05	1.04		1.27	1.26	1.24	1.22
	20	1.10	1.10	1.09	1.07		1.56	1.51	1.46	1.36
	50	1.25	1.22	1.16	1.10		2.48	2.28	1.85	1.50
$T=0.02$	1	1.01	1.01	1.01	1.01	$T=0.10$	1.06	1.05	1.05	1.05
	2	1.02	1.02	1.02	1.02		1.10	1.10	1.10	1.10
	3	1.03	1.03	1.03	1.03		1.16	1.16	1.15	1.15
	4	1.04	1.04	1.04	1.04		1.21	1.21	1.20	1.20
	5	1.05	1.05	1.05	1.05		1.27	1.27	1.26	1.24
	10	1.10	1.10	1.09	1.09		1.57	1.56	1.52	1.46
	20	1.20	1.20	1.18	1.14		2.24	2.18	1.99	1.76
	50	1.52	1.46	1.32	1.20		4.36	3.80	2.76	1.99

Z: Total mortality coefficient. T: Tag diminution coefficient.
r: The time after liberation, when the estimation is done.

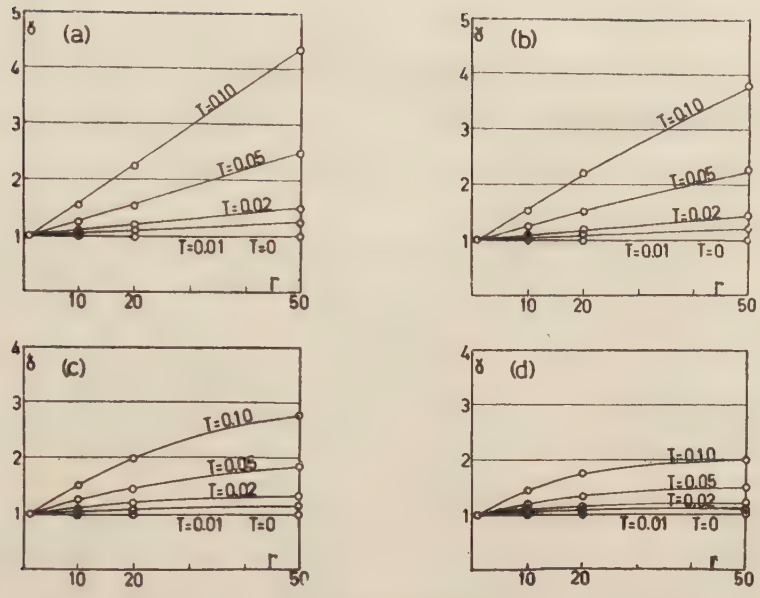


Fig. 1. γ, tne ratio of the PETERSEN estimate to the true size of initial fish population. (Same data as in Table 1)
(a) $Z=0.01$, (b) $Z=0.02$, (c) $Z=0.05$, (d) $Z=0.10$

を得る。ただし，$P=X_0/N_0$（初めの標識率）である。

(4) 式の第1項のカッコ内は常に負であるから，P が大きいときほど，かたより率 $\gamma_{(r)}$ は相対的に減少するが，P はふつうごく小さいから，P の $\gamma_{(r)}$ に与える影響は無視できる。

$Z=(F+M)$ が 0.01, 0.02, 0.05, 0.10*のとき，T を 0.01, 0.02, 0.05, 0.10 と変えて，それぞれ $\gamma_{(r)}$ を計算した結果が Table 1 であり，これを図示したのが Fig. 1 である。ここでは，$P=0$ として計算した。

Table 1, Fig. 1 から明らかなように，推定値 $\hat{N}_{(r)}$ のかたより率 $\gamma_{(r)}$ は Z と T の相対的な大きさおよび r できまる。すなわち，T が大きいときほど $\gamma_{(r)}$ は相対的に大きいが，同じ大きさの T に対しては Z が大きいときほど $\gamma_{(r)}$ は小さくなる。ただし，Z が大きいときほど，その Z と T できまる $\gamma_{(r)}$ の最大値 $(Z+T)/Z$ に急速に近づくことがわかる。

F, M が放流後の各期で変化するときの $\gamma_{(r)}$ は，場合によつてまちまちであるが，このときも $\gamma_{(r)}$ は常に1より大きく，r の増加にともなつて $(F+M)_r$ の 最大と最小がそれぞれ継続した場合に得られる2つの曲線の間に落ちることは疑いない。

以上は，初期資源尾数の推定値のかたよりについて考えた場合であるが，漁獲率の推定という立場から見ると逆に同程度に過小推定に陥ることを注意しておこう。

標識魚の系列を用いてかたよりのない資源尾数を推定する方法

前記のように，標識放流後に継続的な標識減耗があるとき，ふつうの PETERSEN 法で初期資源尾数を推定すると推定値は常に過大となり，過大推定の程度は，標識減耗の相対的な大きさ，および調査期間の長さできまることがわかつた。漁獲率についていうと，逆に同程度に過小推定となるが，これまで漁獲率のこのかたよりを除くのに再捕尾数の系列を用いる方法が考えられてきた[1,2)4,5]。ここでは，これとやや異なつた標本標識率の系列を用いて，このかたよりを除く方法について述べる。

放流後の第 r 期の非標識魚の漁獲尾数 C'_{U_r} を，

---

* この Z の範囲は以西底曳のグチ類，タイ類などの年生残率[6]から Z を求め，これを月，旬などに区分することを考えて選んだ。

$$C'_{Ur}=\frac{FU_0}{F+M}e^{-(F+M)(r-1)}(1-e^{-(F+M)}) \tag{5}$$

で表わし，同期の標識魚の再捕尾数 C'_{Xr} を，

$$C'_{Xr}=\frac{FX_0}{F+M+T}e^{-(F+M+T)(r-1)}(1-e^{-(F+M+T)}) \tag{6}$$

で表わすと，第 r 期の標本標識率の逆数 $1/p_r$ は，

$$\frac{1}{p_r}=1+\frac{U_0}{X_0}e^{(r-1)T}\frac{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}$$

から，

$$\frac{1}{p_r}-1=\left(\frac{1}{P}-1\right)\frac{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}e^{(r-1)T} \tag{7}$$

を得る。(P は初めの標識率)

$P\ll 1$ のときは，

$$\frac{1}{p_r}=\frac{1}{P}\frac{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}e^{(r-1)T} \tag{8}$$

あるいは，

$$p_r=P\frac{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}e^{-(r-1)T} \tag{9}$$

となる。

(7), (8) 式は $(r-1)$ に対して $(1/p_r-1)$，あるいは $1/p_r$ の対数変換した値が，また (9) 式は p_r の対数変換した値が直線的に変化することをボしている*。そして，これらの直線式の回帰係数が標識減耗係数 T の推定値を与え，その y 切片が初めの母標識率 P についての情報をふくむこともわかる。

ここでは，単位期間の長さを短くとつて，F, M, T などを小さく考えているので，(7), (8) 式の右辺の分数の部分は

$$\frac{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}=\frac{(F+M+T)\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{(F+M)^n}{n!}}{(F+M)\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}\frac{(F+M+T)^n}{n!}}$$

の高次の項を無視して

$$\frac{(F+M+T)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M+T)})}\sim 1+\frac{T}{2} \tag{10}$$

と近似できる。したがつて，(7), (8) 式を用いて得た直線式の y 切片の値は $\log_e(1/P-1)$ あるいは $\log_e(1/P)$ にほぼ $\log_e(1+T/2)$ を加えたものとなつている。よつて，これらの y 切片の Antilog のおよそ $1/(1+T/2)$ 倍が $(1/P-1)$ あるいは $1/P$ の推定値となる。

$1/P$ の推定ができれば，$\hat{N}_0=X_0/\hat{P}$ として，初期資源尾数の推定ができる。さらに，$1/P$ の分散も分散の加成性[7),8),9)]を用いて近似的に求められる。すなわち，(7), (8) 式を用いて得た直線式の y 切片の値を a とすると，$1/P$ の分散は，

$$V\left(\frac{\hat{1}}{P}\right)=\left(\frac{2e^a}{2+T}\right)^2\left\{V(a)+\frac{V(T)}{(2+T)^2}-\frac{2}{2+T}V(a,T)\right\} \tag{11}$$

で与えられる。$V(a)$, $V(T)$ は a, T の分散，$V(a,T)$ はその共分散である。

したがつて，$1/P$ の標準偏差は

$$D\left(\frac{\hat{1}}{P}\right)=\left(\frac{2e^a}{2+T}\right)\sqrt{V(a)+\frac{V(T)}{(2+T)^2}-\frac{2}{2+T}V(a,T)} \tag{12}$$

---

* あいつぐ p_r が互いに独立でないことと，分散の一様性に欠けるという点からいつて，この直線回帰の計算は便宜的なものである。

となり，$1/\hat{P}$ あるいは $\hat{N}$ の精度の見積もりができる。

(9) 式からも同じような手順で N_0 の推定および，その精度の計算ができる。

なお，C'_{x_r} が小さいときには，BAILEY[10] あるいは CHAPMAN[11] の補正*を考慮して

$$\frac{1}{p_r}=\frac{C'_{U_r}+C'_{x_r}}{C'_{x_r}+1} \qquad (13)$$

とするのが適当であろう。

以上は各期の漁獲努力量に変化のない場合であるが，漁獲努力量が各期で変化するとき（さらに自然死亡の大きさが変化しても）にも

$$\frac{1}{p_r}-1=\left(\frac{1}{P}-1\right)\frac{((F+M)_r+T)\,(1-e^{-(F+M)_r})}{(F+M)_r(1-e^{-((F+M)_r+T)})}\,e^{(r-1)T} \qquad (14)$$

から，(10) 式以下の手順がほぼ同様に使用できる。

ここでは，放流直後の標識魚の大量斃死あるいは標識の急激な脱落については全く考えなかつたが，これらがもしあるなら，その率 d を実験的におさえて，$\hat{N}$ の計算をするとき，X_0/P とするかわりに $(1-d)X_0/P$ を用いればいい。

以上の方法では，標識減耗係数 T が単独に推定できるので，再捕尾数の系列を用いて漁獲係数と（自然死亡係数＋標識減耗係数）の形に分離する RICKER, BEVERTON の方法とを併用すれば自然死亡係数の推定が可能となろう。これは，著者の方法で標識率の計算のさい，標識減耗と無関係の非標識魚の漁獲尾数をも用いているので，むしろ当然のことといえよう。

モデル実験

i) ビーズ実験の手順と得られたデータ

(7), (14) 式の実用性を確かめるために，ビーズ**を用いたモデル実験を行なつた。得られたデータについて PETERSEN 式，BEVERTON 法による計算をも行ない，それぞれの結果を比較した。

実験の手順としては，まず直径 26cm，深さ 10cm の半球形のボウル（漁場）に白ビーズ（非標識魚）4000，赤ビーズ（標識魚）1000，計 5000 を入れて初期資源尾数とした。これをよく攪拌して，50, 100, 200 の凹みをもつた杓子を適宜使いわけて，Table 2 の母数に見合う必要数だけのサンプリングを行なつた。F, M あるいは T が 0.01 というのは，それぞれ総数の 1/100 にあたる 50 個の標本をとることを意味する。すなわち，まず 100 個の標本をとり，半数の 50 を漁獲物，他の半数を自然死亡数とみなして，それぞれ白玉，赤玉数を計数後，全部を青玉に変えてボウルにも

Table 2. The parameters given in each bead drawing experiment. F: Fishing mortality coefficient, T: Tag diminution coefficient. The other parameters are same in all experiment respetively, i. e., M, the natural mortality coefficient=0.01, N_0, the initial size of population=5000, P, the initial tagged ratio=0.20.

No.	Parameters		Number of Samples
	F	T	
1, 2	0.01	0.01	25
3, 4	0.01	0.02	25
5, 6	0.01	0.04	25
7, 8	0.01	0.10	20
9	0.01* 0.02 0.04	0.04	22
10	0.01* 0.02 0.04	0.04	25

* One of them was randomly chosen at each drawing.

* BAILEY (1951) は再捕数が総捕獲数にくらべて小さいとき，PETERSEN 式の結果は，平均して正しい値の $(1+1/m)$ 倍（m は再捕期待数）になるとして，(再捕数＋1) を用いるといいとしている。CHAPMAN (1954) は二項分布，あるいはポアソン分布に従う変量（再捕数）に 1 を加えたものの逆数は母数の逆数の不偏推定値であり，再捕数が 0 という面白くない条件をも避け得るとしている。

** 白色のポリエチレン原料（イーストマン製）で直径約 2 mm のほぼ球状のもの，必要に応じてその一部を赤，青に染色した。染色したものとしないものでとり出され方に差のないことを管理図[12]で確めておいた。

Table 3. Data obtained from the bead drawing experiment. (White: untagged fish. Red: tagged fish.)

(a) F: 0.01, M: 0.01, T: 0.01 (No. 1 and 2 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	41	9	0	41	9	0	8
2	40	10	0	36	14	0	8
3	34	14	2	39	8	3	16
4	38	9	3	42	6	2	3
5	33	12	5	39	7	4	6
6	36	8	6	41	4	5	7
7	33	7	10	36	9	5	16
8	39	6	5	34	11	5	10
9	32	11	7	37	6	7	9
10	37	4	9	34	8	8	8
11	34	4	12	37	4	9	7
12	30	11	9	30	10	10	5
13	28	6	16	31	3	16	8
14	36	7	7	31	3	16	8
15	23	9	18	25	6	19	9
16	29	5	16	22	10	18	7
17	31	4	15	30	9	11	5
18	25	10	15	30	4	16	5
19	27	7	16	30	6	14	9
20	22	4	24	31	7	12	2
21	27	8	15	20	4	26	7
22	24	10	16	26	6	18	3
23	31	5	14	28	5	17	4
24	25	8	17	26	4	20	6
25	23	9	18	21	4	25	6
Sum.	778	197	275	794	167	286	132

The figures in "No. of natural death" correspond to No. 2 experiment in Table 2.

(b) F: 0.01, M: 0.01, T: 0.02 (No. 3 and 4 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	41	9	0	37	13	0	17
2	37	13	0	37	9	4	16
3	35	13	2	44	5	1	18
4	37	9	4	41	7	2	20
5	38	8	4	46	3	1	14
6	40	8	2	35	9	6	14
7	38	8	4	34	9	7	15
8	27	11	12	39	5	6	14
9	27	17	6	37	5	8	9
10	39	5	6	33	10	7	12
11	29	11	10	37	6	7	14
12	25	14	11	35	5	10	12
13	34	7	9	37	3	10	11
14	35	5	10	29	7	14	14
15	34	2	14	27	11	12	11
16	30	3	17	23	5	22	12
17	24	7	19	29	6	15	10
18	27	4	19	21	7	22	5
19	25	8	17	31	2	17	13
20	26	8	16	23	9	18	10
21	27	3	20	29	5	16	9
22	28	4	18	31	1	18	6
23	20	3	27	25	1	24	4
24	27	2	21	25	1	24	4
25	28	2	20	22	1	27	8
Sum.	778	184	288	807	145	298	292

The figures in "No. of natural death" correspond to No. 4 experiment in Table 2.

(c) F: 0.01, M: 0.01, T: 0.05 (No. 5 and 6 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	40	10	0	38	12	0	33
2	41	9	0	40	10	0	32
3	37	10	3	36	12	2	35
4	32	11	7	37	10	3	29
5	35	10	5	43	4	3	46
6	33	6	11	42	5	3	40
7	33	9	8	38	5	7	32
8	35	11	4	34	10	6	33
9	41	4	5	30	13	7	28
10	32	6	12	31	7	12	33
11	37	2	11	33	7	10	20
12	37	4	9	35	6	9	19
13	37	3	10	30	4	16	19
14	37	1	12	31	5	14	22
15	29	7	14	30	3	17	20
16	30	2	18	30	0	20	16
17	28	3	19	32	4	14	14
18	30	7	13	26	3	21	16
19	21	6	23	26	3	21	17
20	28	7	15	27	5	18	12
21	29	3	18	28	2	20	9
22	29	2	19	27	3	20	9
23	22	4	24	28	3	19	23
24	30	3	17	17	5	28	17
25	27	2	21	29	5	26	6
Sum.	810	142	298	806	145	299	580

The figures in "No. of natural death" correspond to No. 6 experiment in Table 2.

(d) F: 0.01, M: 0.01, T: 0.10 (No. 7 and 8 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	40	0	0	40	10	0	101
2	41	9	0	40	9	1	99
3	40	4	6	43	6	1	61
4	36	6	8	32	12	6	72
5	34	6	10	34	5	11	50
6	36	4	10	35	8	7	51
7	31	6	13	38	5	7	50
8	36	2	12	36	5	9	46
9	37	5	8	31	4	15	41
10	27	4	19	36	2	12	21
11	35	5	10	31	4	15	36
12	30	4	16	31	2	17	24
13	24	4	22	26	2	22	23
14	32	2	16	37	2	11	21
15	27	1	21	30	1	19	19
16	26	1	23	31	2	17	16
17	27	0	23	26	2	22	9
18	28	0	22	26	1	23	13
19	26	2	22	32	2	16	10
20	22	0	28	26	1	23	6
Sum.	635	75	290	661	85	254	769

The figures in "No. of natural death" correspond to No. 8 experiment in Table 2.

(e) F was randomly chosen from one of 0.01, 0.02 and 0.04 at each drawing M: 0.01, T: 0.04 (No. 9 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	160	40	0	37	11	2	46
2	39	9	2	40	9	1	34
3	40	6	4	40	7	3	35
4	150	30	20	31	8	11	23
5	71	10	19	37	5	8	32
6	124	30	46	24	12	14	23
7	62	12	26	39	4	7	22
8	124	30	46	31	3	16	21
9	117	20	63	23	7	20	21
10	109	9	82	26	5	19	21
11	103	22	75	26	4	20	14
12	114	14	72	30	1	19	20
13	21	3	26	26	5	19	10
14	20	6	24	23	4	23	10
15	26	3	21	23	2	25	13
16	81	17	102	23	2	25	18
17	83	15	102	18	4	28	9
18	68	13	119	18	2	30	9
19	21	0	29	12	1	39	10
20	16	1	33	17	2	31	7
21	67	14	119	18	0	32	9
22	69	11	120	12	1	37	3
Sum.	1685	315	1060	574	99	427	410

(f) F was randomly chosen from one of 0.01, 0.02 and 0.04 at each drawing. M: 0.01, T: 0.04 (No. 10 in Table 2)

No.	No. of Catch.			No. of Natural Death.			No. of Diminution of Tagged fish.
	White	Red	Blue	White	Red	Blue	Red
1	154	46	0	41	7	2	36
2	36	13	1	39	9	2	37
3	40	8	2	37	9	4	42
4	38	8	4	36	11	3	35
5	70	19	11	35	7	8	31
6	37	6	7	35	9	6	25
7	139	30	31	36	5	9	28
8	33	5	12	32	3	15	24
9	134	16	50	30	10	10	18
10	55	18	27	31	7	12	14
11	35	3	12	23	10	17	17
12	51	9	40	29	9	12	20
13	60	12	28	23	4	23	18
14	22	4	24	27	3	20	15
15	30	2	18	25	7	18	15
16	27	1	22	25	4	21	16
17	50	2	48	28	8	14	12
18	47	7	46	30	3	17	8
19	21	2	27	26	1	23	9
20	24	2	24	22	2	26	12
21	44	7	49	29	4	17	7
22	34	4	62	19	3	28	9
23	81	12	107	23	2	25	7
24	81	8	111	15	2	33	8
25	43	6	51	26	3	21	8
Sum.	1386	250	804	722	142	415	471

どし，ひきつづき T の大きさに見合う標本をとつてその赤玉のみを青玉にとりかえて全部をまたボウルにもどした。これが第1回のサンプリングである。第2回目以後も同様の手順にしたがつて漁獲物，自然死亡にあたる標本中の白玉，赤玉および標識減耗にあたる標本中の赤玉を常に同数の青玉にかえてボウルにもどした。したがつて，ボウルのなかの白玉，赤玉は徐々に減り，青玉は増えるが総数は常に 5000 である。いわば青玉は魚としての実体のない，単に漁獲能率 (q) を一定に保つための詰めものとみなしていい[13]。このようなサンプリングを Table 2 の右端に示した回数だけ継続して行ない，Table 3 に示すようなデータを得た。Table 2 の No. 1~8 の奇数番は Table 3, a)-d) の漁獲物の欄に対応し，偶数番は自然死亡の欄に当たる。これは，F, M がともに 0.01 で互いに他とみなし得ることによる。Table 2 の No. 9 と No. 10 については，漁獲係数をサンプリングごとに 0.01, 0.02, 0.04 のどれかをランダムに選んだもので，そのデータは Table 3 の e) と f) である。これは漁獲係数が各期で変わる (14) 式を用いるためのものである。

なお，ここでは便宜上，標識減耗はすべて標識魚の死亡の形で起こるものとし，標識の脱落した標識魚が非標識魚と誤認される場合については考えなかつた。これはふつう標識魚の尾数が資源尾数にくらべてきわめて小さく，したがつてその影響もごく小さいことを考慮したからである。

ii) 計算結果とその比較検討

Table 3 のデータを用いて，ふつうの PETERSEN 式，著者の (7), (14) 式，および BEVERTON の方法で初期資源尾数その他の母数を推定した結果をまとめて Table 4 に示す。なお，著者の方法および BEVERTON の方法を用いるさい，再捕尾数0の標本は除外して計算を進めたことを付記しておく。

Table 4. Comparison of estimates among three methods.
$\hat{N}$: the estimate of initial size of population.
$\hat{N}_L$, $\hat{N}_U$: the lower and upper limits of 95% confidence interval.

No.	PETERSEN Method			Author's Method			BEVERTON Method				$\hat{M}$[3]
	$\hat{N}$	$\hat{N}_L-\hat{N}_U$[1]	$\gamma=\frac{\hat{N}}{N_0}$	$\hat{N}$	$\hat{N}_L-\hat{N}_U$	$\hat{T}$	$\hat{F}$	$(\hat{M}+\hat{T})$	$\hat{N}$	$\hat{N}_L-\hat{N}_U$	
1	4949	4391 – 5671	0.990	5434	3966 – 6902	0	0.00886	0.00619	5643	3562 – 13564	0.00619
2	5772	5060 – 6718	1.154	5938	4283 – 7593	0.00246	0.00843	0.01800	5930	4571 – 8440	0.01554
3	5228	4616 – 6027	1.046	3907	2664 – 5150	0.04460	0.01319	0.05161	3792	2750 – 6105	0.00701
4	6566	5695 – 7752	1.313	4973	2788 – 7158	0.04591	0.01066	0.05981	4670	2788 – 7158	0.01390
5	6704	5805 – 7932	1.541	5112	3445 – 6779	0.03518	0.00916	0.04660	5459	3837 – 7457	0.01142
6	6559	5689 – 7744	1.312	5198	3685 – 6711	0.03097	0.00969	0.04219	5159	3962 – 7393	0.01122
7	9467	7770 – 12112	1.893	5863	3856 – 7870	0.07337	0.00830	0.09215	6027	4340 – 10058	0.01878
8	8776	7288 – 11028	1.753	4909	3966 – 5852	0.10081	0.01010	0.11070	4949	3856 – 6909	0.00989
9	6356	5760 – 7089	1.271	5399	3756 – 7042	0.03583	$q=0.00959$[2]	0.04028	5222	—	0.00455
10	6544	5820 – 7485	1.309	5095	3506 – 6684	0.04473	$q<0$[2]	—	—	—	—

1) Obtained from the Normal-Binomial distribution.
2) q: catchability coefficient.
3) $\hat{M}$ is obtained from $(M+T)$ in the BEVERTON method and T in the Author's method.

Table 4 で明らかなように，ふつうの PETERSEN 式による推定値 $\hat{N}$ は標識減耗係数の増加にともなつて過大推定の度合いを増し，そのかたより率 γ は No. 1~2 の平均値が 1.072, No. 3~4 が 1.179, No. 5~6 が 1.326, No. 7~8 で 1.823 となつている。No. 5~6 と No. 9~10 とも T は 0.04 であるが，No. 9~10 の F のほうが No. 5~6 の場合より大きかつたので，ほんの少しではあるが，かたより率は No. 9~10 の場合に小さくなつている。また，ここで与えた条件のもとでは，T が 0.04 以上になると $\hat{N}$ の信頼限界はもはや真の値 5000 をはさんでいない。

(7), (14) 式を用いて計算した結果は，No. 1, 2 を除いて回帰項はすべて統計的に有意であつた。$1/p_r$ のバラツキはかなり大きいから T が小さいときには有意となりにくいのであろう。$X_0/\hat{P}$ として得た $\hat{N}$ は T が大きい場合でもその影響は除かれてまず妥当なものとなつている。ただし，信頼限界の巾は少し広くなるので，T が 0 に近くて回帰が有意とならぬ場合は PETERSEN 式そのものを用いるのが有利であるといえる。これは，単に $(1/p_r-1)$ の時間に対する散布図を画くことによつてもおよその見当がつけられるだろう。標識滅耗係数 T の推定値はときに当たり，ときに多少のズレを示している。

BEVERTON の方法による結果は，No. 1, 9, 10 を除いて回帰が有意となつた。F, $(M+T)$ の推定値も妥当である。また，$(C'_{U1}+C'_{X1})/F$ として近似的に求めた $\hat{N}$ も著者の方法による結果同様 T の影響をうけないが，信頼限界の巾はかなり広くなるようである。

ここで，注意しておきたいのは，漁獲努力量が各期で変わる場合，すなわち No. 9, 10 の回帰が有意とならなかつたことである。わずか 2 例なのでもちろんはつきりしたことはいえないが，ランダマイズしやすいビーズ実験でこの結果を示したことは，反覆計算を必要とする BEVERTON の方法を実際のデータに適用するときの困難さを暗示しているように思われる。この点をさらに確かめるため，No. 9 (Table 3-e)) について 21 番目までのデータを 3 つずつに区切つて 7 組のデータにまとめ，反覆計算をした結果は次のとおりであつた。

$(q_1=0.0062, (M+T)_1=0.170)$, $(q_2=0.0123, (M+T)_2=0.116)$, $(q_3=0.0164, (M+T)_3=0.0789)$, $(q_4=0.0193, (M+T)_4=0.0533)$, $(q_5=0.0166, (M+T)_5=0.0776)$。第 1 期間の漁獲努力量は $4+1+1=6$ であり，この期間の総漁獲尾数は $200+48+46=294$ であるから，初期資源尾数を近似的に求めると，

$$\hat{N}=\frac{294}{6\times 0.0166}=2940$$

となり，かなりの過小推定になる。同じデータについて PETERSEN 式で計算すると $\hat{N}=6316$, 著者の方法では $\hat{N}=5189$ を得る。また，T の推定値として 0.0306 を得た。(母数は 0.04)

同様に，No. 10 (Table 3-f)) についても 24 番目までのデータを 3 つづつ 8 組にして BEVERTON 法で計算すると，$q_1<0$ となり推定不能であつた。このときの PETERSEN 式の結果は $\hat{N}=6504$, 著者の方法では $\hat{N}=4501$ であつた。また，$T=0.0462$ を得た。このように，データを組みかえた結果も，漁獲努力量が各期で変わるときの BEVERTON の反覆計算法はいい結果を与えなかつたことを記しておく。

さて，著者の方法で得た T と，BEVERTON 法で得た $(M+T)$ とから，自然死亡係数 M を推定した結果は，Table 4 の右端に示したとおりであつて，この 2 つの方法の併用によつてごくおおざつぱにではあるが，M の推定が可能であることがわかる。

考　　察

以上の結果から見て，標識放流後に継続して標識滅耗があるとき，ふつうの PETERSEN 法を用いた場合に生じる推定値のかたよりは著者の方法でほぼ除き得るものと思われた。同じモデル実験のデータに再捕尾数の系列を解析する BEVERTON の方法を用いてもほぼ同様の結果となつたが，漁獲努力量が各期で変化する場合についてはいい結果が得られなかつた。漁獲努力量が各期で変化する場合の BEVERTON 法はかなり面倒な反覆計算を必要とするが，著者の方法では単に計算上の重みの変化として扱えるので簡単であるといえる。しかし，その反面，標本標識率の系列を用いるときには，放流後に加入 (Recruitment) があると，その影響を受けることが考えられる。この点，再捕尾数の系列のみを用いる方法では，少なくとも漁獲率の推定のさいには加入群の存在を無視し得るので有利であるといえる。

また，標識率法では初期資源尾数の推定のさい，常に有効標識尾数が必要である。したがつて，対象とする魚種の強弱，あるいは用いる標識法の種類によつて，放流直後に標識魚の大量斃死あるいは標識の急激な脱落があるときには，標識魚の一時的な蓄養によつてこれらが終るのを待つてから放流するか，あるいは実

験的にその率をおさえておかなければならない。この事情は漁獲努力量が変化しないときの BEVERTON 法においても同様である。漁獲努力量が各期で変化するときの BEVERTON の反覆計算法は放流尾数をその式中に含まないので，この型の減耗の有無にかかわらず，漁獲能率 q をかたよりなく推定できるとされているが，前記のモデル実験の結果から見て漁獲努力量がよほど大きく変化することを必要とするだろう。

さらに，標識放流後に標識魚の一時的な異常生態から，標識魚と非標識魚の混じり方が不完全であつたり標識魚が漁具に対して抵抗性をもつことがあると標識率法によるとり扱いは面倒になる。これは，BEVERTON 法でも同様であつて，一般にこの種の原因による推定値のかたよりはとり除くことが困難である。

いま一つ，現実の漁業の場では漁獲尾数の算定はそれほど容易ではないので，漁獲物の平均個体重量と総漁獲量から漁獲尾数を推定する必要も生じよう。

なお，これまで，この種の標識調査において，標識率の系列あるいは標識率に類似の系列を用いたものに tse-tse fly の群衆体量を推定した JACKSON (1937)[14] の positive method と bluegill に用いた PARKER (1955)[15] の標識率の逆正弦変換法がある。いずれも，加入の影響を除いてかたよりのない初期個体数を推定しようというもので，それぞれに興味深い。

ともあれ，標識放流後の標本標識率あるいはその逆数の系列は PETERSEN 式の適用の可，不可を示す指標であつて，これらの系列が傾向的な変化を示さないときには，推定値の精度の点からいつても，計算の容易さからいつても PETERSEN 式そのものの適用が望ましいといえる。多少，形は異なるが OLSON (1957) が walleye の資源尾数を推定するさい，努力当たり再捕尾数の系列と努力当たり漁獲尾数の系列とを対比して，ほぼ同一の傾向を示すことを認めて PETERSEN 式による計算を行なつているのも同じ考えにもとづくものといえる。

この標識率法による実際のフィールドのデータの解析結果，あるいは加入のあるときの標識率法についてはひきつづき別報で報告する予定である。

要　　約

1. 標識放流後に継続的な標識減耗があるとき，ふつうの PETERSEN 式を用いて得られる初期資源尾数の推定値は常に過大であり，過大推定の程度は調査期間が長くなるにしたがつて増大し，全減少係数と標識減耗係数の大きさできまるかたより率の最大値 $(Z+T)/Z$ に近づく傾向をもつ。

2. この標識減耗に起因する推定値のかたよりを除くために，標本標識率の系列を用いる1つの方法をみちびいた。この方法と，従来の再捕尾数の系列を解析する方法とを併用すれば自然死亡係数の推定も可能である。

3. ビーズを用いたモデル実験の結果は標識率法の妥当性を裏づけた。特に，漁獲努力量が各期で変化する場合に有効であることがわかつた。また，同じビーズ実験のデータに PETERSEN 法，BEVERTON 法を用いた結果と比較して，その得失を論じた。

文　　献

1) RICKER, W. E.: Methods of estimating vital statistics of fish populations. *Indiana Univ. Publ., Sci. Ser.*, No. 15, 101 pp. (1948).
2) ————: Hand-book of computations for biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Bd. Canada, Bull.*, 119, 300 pp. (1958).
3) CLARK, F.N. and JANSSEN, J.F.: Results of tagging experiments in California waters on the sardine (*Sardinops* caerulea). *Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull.*, No. 61, 1~42 (1945).
4) BEVERTON, R. J. H.: Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish populations. *U.S. Fish Lab., Beaufort, N.C., Misc. Contr.*, No. 2, 159 py. (1954) 横田滝雄訳 (謄写印刷).
5) ————, and HOLT S. J.: On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*,

Ser. II, XIX, 533 pp. (1957).
6) 西海区水研： 東海・黄海における底魚資源の研究 (4), 1956 年までに得られた知見の綜説. 同所, 114 pp. (1957).
7) DEMING, W. E.: 推計学によるデータのまとめ方. 森口繁一訳, 岩波書店, 東京, 27～32 (1950).
8) 森口繁一： 品質管理教程-第5編 統計理論 (標本分布論-(2)). 日科技連, 東京, 126～127 (1955).
9) 能勢幸雄： DELURY の資源量推定法の推定値に対する信頼区間について. 本誌, **24** (12), 953～956 (1959).
10) BAILEY, N. J. J.: On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika*, **38**, 293～306 (1951).
11) CHAPMAN, D. G.: The estimation of biological populations. *Ann. Math. Statistics*, **25**, 1～15 (1954).
12) 日科技連： 管理図法, 同連盟, 東京, 731 pp. (1955).
13) DELURY, D. B.: On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **8**, 281～307 (1951).
14) JACKSON, C. H. N.: Some new methods in the study of *Glossina moristans*. *Proc. Zool. Soc. London*, **4**, 811～896 (1937).
15) PARKER, R. A.: A method for removing the effect of recruitment on PETERSEN-type population estimate. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **12**, 447～450 (1955).
16) OLSON, D. E.: Statistics of a walleye sport fishing in a Minnesota lake. *Trans Amer. Fish. Soc.*, **87**, 52～72 (1957).

致死条件が魚肉蛋白におよぼす影響—Ⅲ.

ミオシン区蛋白の粘度にみられる相異

右田正男・鈴木たね子

(1961 年 3 月 20 日受理)

INFLUENCE OF DIFFERENT LETHAL CONDITIONS UPON FISH MUSCLE PROTEINS—III.

VARIATION IN VISCOSITY OF MYOSINS EXTRACTED FROM FISHES KILLED IN DIFFERENT WAYS.

Masao Migita and Taneko Suzuki*

Previously it was suggested from salting-out analysis that intermolecular interaction between actin and myosin might be weaker in myosins (= muscle proteins which are extractable with 0.6M KCl and precipitate on dilution) from carp killed after struggle than in those from carp put to an instant death. Variation in mutual reactivity of actin and myosin would necessarily have any influence on shape of myosins particles. Thus in the present work, viscosity was examined, expecting to obtain some knowledge about the variation in particle shape of fish myosins as a reflection of difference in lethal conditions.

Material and Method As test animals carp, red sea bream, and flatfish (for scientific names, see Table 2) were used. With each species, two methods of killing fish have been compared in respect of their effect on the viscosity behavior of extracted myosins: a group of fish was put to an instant death by beheading, and the other was allowed for several hours in air and then beheaded. Red sea bream died 30 min. after it was taken from water.

Viscosity was measured under varying concentrations (c) and mean velocity gradients ($\bar{\beta}$), and η_{sp}/c (η_{sp}: specific viscosity) were plotted against $\bar{\beta}+kc$, k being an arbitary constant and here put to 1000. From viscosity patterns thus obtained (Figs. 1~3), intrinsic viscosity $[\eta] = (\eta_{sp}/c)_{\substack{c\to 0\\ \beta\to 0}}$ was determined and relations between η_{sp}/c and $\bar{\beta}$ as well as between η_{sp}/c and c were examined for each sample. In viscosity patterns (Figs. 1~3), slopes of lines parallel to XZ denote velocity gradient dependence of η_{sp}/c at respective concentrations, and slopes of lines parallel to XY denote concentration dependence at respective velocity gradients.

Results

1. As seen in Table 1, values of $[\eta]$ fell roughly between 2 and 3 for all tested species of fish. No significant difference in $[\eta]$ was observed between instant death group and death-after-struggle group with the same species. Therefore, the same would be true with avarage particle asymmetry in a resting solution at infinite dilution.

2. Velocity gradient dependence of η_{sp}/c which is a function of both asymmetry and length of particle, was obviously greater in instant death group than in the other with each species, as seen from slopes of XZ curves in Figs. 1~3. This might lead to conclusion that whether myosins particles are rigid or not, average length of molecules of myosins should be greater in instant death group, at least in the field of flow.

3. Effect of concentration upon η_{sp}/c varied considerably with species of fish, as seen from slopes of XY curves in Figs. 1~3. The effect was marked in carp (Fig. 1) and flatfish

* 東海区水産研究所(Tokai Reg. Fish. Res. Lab.).

東海区水産研究所業績 B-354

(Fig. 3), being slightly greater in the former. Difference was hardly observed with these fishes between instant death and death-after-struggle groups. In these respects red sea bream (Fig. 2) proved to be unique. Thus, in instant death group, concentration effect was so small as η_{sp}/c seemed nearly constant independent of c. In death-after-struggle group the effect of concentration was appreciable, but obviously smaller compared with that in carp or flatfish. As concentration effect is considered due to mutual interference of solute particles, the effect might be a function of accessible active groups on the particles as well as asymmetry and length of solute particles.

4. Relations of η_{sp}/c and of $(\ln \eta_r)/c$ both at $\bar{\beta}=100$ sec, to concentration were examined with solutions of myosins from various fishes killed instantly (Fig. 4 and 5). The results were summarized in Table 2. Red sea bream myosins were unique in respect of that their viscosity increment varied little with concentration of the solution. In dab myosins $(\ln \eta_r)/c$ was independent of concentration as knwon to be the case with rabbit myosins. Squid myosins were peculiar in respect that both η_{sp}/c and $(\ln \eta_r)/c$ took a minimum value at a certain concentration. A similar case has been observed previously by the present authors with a solution of myosins from carp in summer which was left stand after preparation for several hours.

魚の致死条件が肉蛋白におよぼす影響について，右田，大竹[1]は，塩析分析の結果，コイ-ミオシン区蛋白は即殺，苦悶死両区ともにアクトミオシンとミオシンとからなると推定されるが，苦悶死区にはそのほかアクチン区分が現われることを明らかにし，苦悶死区のアクトミオンでは，アクチンとミオシンの相互作用が比較的よわいのではないかと考えた。もしそうならミオシン区蛋白の粘度に変化のあることが予想される。一方，粘度の変化は蛋白粒子の形および大きさの変化を示す有力な尺度の一つである。そこでわれわれはコイおよびその他の白身の魚について，即殺，苦悶死による肉質の相異を，ミオシン区蛋白の粘度の相異によつて明らかにしようと試みた。そのため粘度測定は前報[2]において検討した方法に従い，濃度 c および速度勾配 $\bar{\beta}$ を 0 に外挿し，固有粘度 $[\eta]=(\eta_{sp}/c)_{\substack{c\to 0\\ \bar{\beta}\to 0}}$ (η_{sp}: 比粘度) を求めるとともに，$\eta_{sp}/c\sim\bar{\beta}$，$\eta_{sp}/c\sim c$ の関係をしらべることによつて，即殺および苦悶死魚から得られるミオシン区蛋白粒子の形状についておおよその知識を得ることを期待した。

試料および実験方法

試料‥‥コイ，マダイ，ヒラメなどを用い，水から揚げ直ちに頭をおとして殺したものを即殺とし，水から揚げ空気中に放置後同様に処理したものを苦悶死とした。(コイ，ヒラメは約1時間放置後処理したが，マダイは約 30 分放置後死んだ。)

ミオシン区蛋白の抽出*‥‥背部の肉 30g をとり，300ml の KCl-燐酸塩 buffer (A 液‥‥0.5M KCl に KH_2PO_4 を 0.1M になるよう溶かす。B 液‥‥0.5M KCl に K_2HPO_4 を 0.1M になるよう溶解。A, B を合わせ pH 6.9 に調整，I=0.8) とともにブレンダーにかけ2分間抽出し，遠心分離した上澄を氷冷水で I=0.05 になるまで稀釈し，ふたたび遠心分離して沈澱を集め，これをミオシン区蛋白とした。

粘度の測定‥‥沈澱を KCl-燐酸塩 buffer に溶かし，適当な蛋白濃度の溶液 4~5 種を作り，直ちに傾斜型粘度計を用い 20°C で測定，流下時間の比から相対粘度 η_r を，η_r から $\eta_{sp}(=\eta_r-1)$ を，また KROEPELIN の式 (1) から，

$$\bar{\beta}=8V/(3\pi R^3 t_s) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

---

* 前報[2]までは 0.6M KCl を用いて抽出を行なつたが，稀釈沈澱によりえられるミオシン区蛋白の量が抽出液の pH によつて違つてくるので，一定 pH で抽出する方法にかえた。なおミオシン区蛋白の稀釈沈澱を行なう場合，前報までは I=0.2 としたが，その後の検討の結果 I=0.2 でも 0.05 でも沈澱量にも，成分（塩析分析による）にも変化がないことが明らかになり，特に I=0.2 を採用する積極的意味がなくなつたので，従来の文献にあるように I=0.05 を用いることにした。ただし，コイの例だけいままでの実験との比較もあるので 0.6M KCl で抽出し，I=0.2 で沈澱させた。

平均速度勾配を求めた。すなわち，η_r および $\bar{\beta}$ を算出する式が前2報におけるものとちがつているが，これは次のような理由による。

η_r の算出について——前報では η_r を求めるに非ニュートン流体であるための補正項をふくめた式 $\eta_r=\dfrac{4t_0}{3t_s+\dfrac{t_0}{t_s^2}\cdot\dfrac{dt_s}{dt_0}}$（ただし，ごくうすい溶液では $\dfrac{dt_s}{dt_0}\fallingdotseq 1$）を用いながら，一方，平均速度勾配については，うすい溶液ではニュートン流体に対する式が近似的にあてはまるものと仮定して取扱つた。この仮定は非ニュートン流体の平均速度勾配をあらわす一般式がないので，普通採用されているところであり，特に厳密な定量的論議を意図しない場合，例えば本論文におけるような場合には，許されるところである。しかし平均速度勾配について，このような仮定が成り立つような場合には η_r も理論上ニュートン流体におけると同じく，t_s/t_0 の比（ただし，t_s, t_0 はそれぞれ溶液および溶媒の流下時間）として簡単に求めることができる。したがつて $\bar{\beta}$ をニュートン流体についての式から求める以上，η_r についても同様処理してさしつかえない。実際計算の結果は，前報の方法によるものよりも約 10% 低い値がえられた。

前報では平均速度勾配を出すのに $\beta=4V/(\pi R^3 t_s)$ なる式を用いたが，これは誤りで，この式は半径 R なる毛管壁における最大速度勾配を示すものであつて，平均速度勾配 $\bar{\beta}$ は，KROEPELIN の式から求められるべきである。従つて前2報に，平均速度勾配としてあげた数字は，過大であり，真の値はその 2/3 となる。ここに訂正する。

粘度図‥‥粘度測定の結果に分子論的解釈を与える一助として，前報にならい $\eta_{sp}/c\sim c$（c 濃度）および $\eta_{sp}/c\sim\bar{\beta}$ の関係を見やすくするために，便宜上縦軸に η_{sp}/c を横軸に $\bar{\beta}+\mathrm{kc}$ をとつて粘度図を作る。k は任意の定数であり，この作図の目的とするところからいつて，図を見やすくするには，われわれの場合は $\mathrm{k}=1000$ くらいにとるのが適当である。η_{sp}/c は c および $\bar{\beta}$ の函数であるが，$\bar{\beta}=\mathrm{const}$ の曲線群（XY 曲線群とよぶ）については，各曲線の傾きはそれぞれの $\bar{\beta}$ においての $\dfrac{\partial\eta_{sp}/c}{\partial c}$ の $1/k$ の値を示し，$c=\mathrm{const}$ の曲線群（XZ 曲線とよぶ）では各曲線の傾きはそれぞれの c においての $\dfrac{\partial\eta_{sp}/c}{\partial\beta}$ の値そのものを表わす。

実 験 結 果

1. 即殺および苦悶死コイのミオシン区蛋白の粘度

さきにコイミオシン区蛋白は夏と夏以外では，その粘度的性質が異なるのではないかと思われる事実が観察された[2]ので，夏および夏以外のコイにつき，即殺区3例（5, 7, 10 の各月），苦悶死区3例（2, 7, 10 の各月）をとり，そのミオシン区蛋白の粘度を測定し，それぞれ粘度図を作り，季節と致死条件によつて，それがどうちがうかをみた。各月の粘度図はだいたい同じような傾向を示しているので，ここには7月のコイについての結果を一例として Fig. 1-a, b に示す。図において横に走る曲線群は各濃度における粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を，縦に走る曲線群は，各 $\bar{\beta}$ における粘度の濃度依存性をあらわしている。曲線 XZ は濃度の影響が無視できる場合における粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を，曲線 XY は $\bar{\beta}$ の影響が無視できる場合における粘度の濃度依存性を示しており，XY（または XZ）が縦軸を切る長さ OX は，固有粘度 $[\eta]=(\eta_{sp}/c)_{\substack{c\to 0\\ \bar{\beta}\to 0}}$ をあらわす。即殺区，苦悶死区各3例についての結果を綜合すると，$[\eta]$ の値（Table 1）と粘度の濃度依存性（XY 曲線の傾き）には，致死条件による差はほとんどみられず，季節的に 10 月のコイにやや特異性があるようにみえる。すなわち，即殺，苦悶死いずれも $[\eta]$ の値はやや低く，XY 曲線の傾きはやや大きい。しかるに各濃度における粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を示す曲線の傾斜は，各月の例とも両区の間で明らかにちがつている。ほぼ同じ濃度におけるこの曲線の傾斜は即殺区では苦悶死区にくらべて大きく，濃度が無限に低くなつても（すなわち XZ 曲線）なお下降を示しているが，苦悶死区では濃度がある程度以下になると曲線は水平となる。すなわち，粘度の $\bar{\beta}$ 依存性は即殺区においては苦悶死区にくらべると大きく，充分低い濃度においてもなお認められるが，苦悶死区においては有限のある濃度以下では失なわれる。

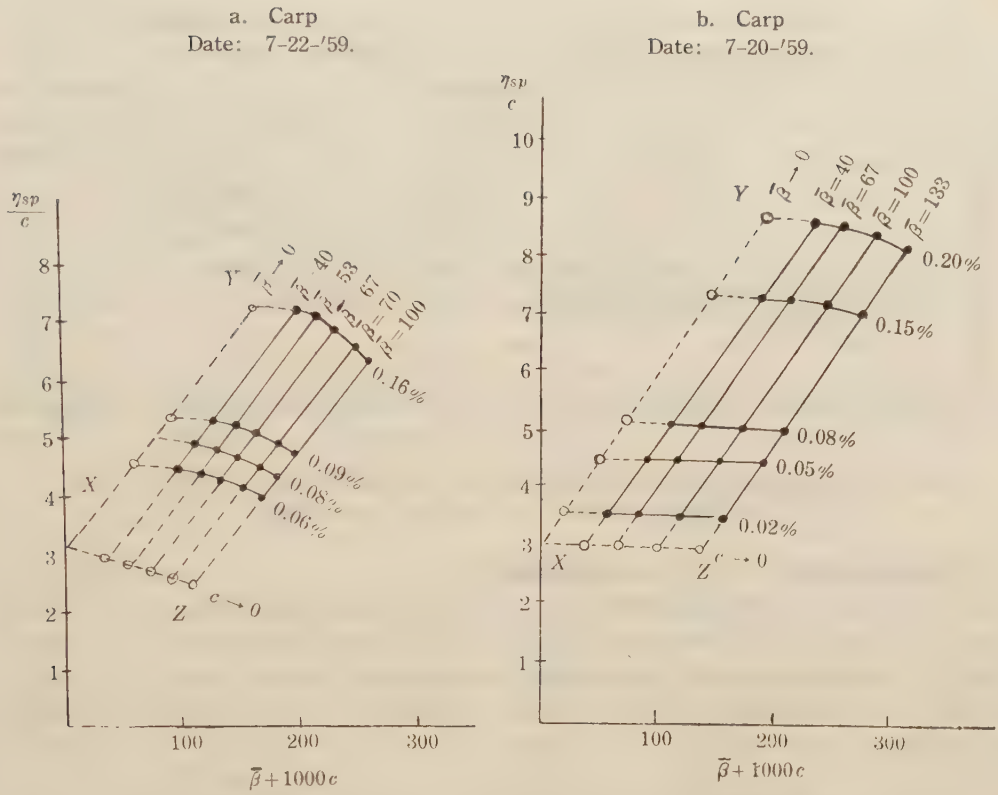


Fig. 1. Viscosity patterns of myosins from carp killed in different ways.
a. Instant death, b. Death after struggle.

Table 1. Intrinsic viscosity $[\eta]$ for myosins from carp, red sea bream and flatfish.

Lethal conditions	Carp			Red sea bream		Flatfish
	May.	Oct.	July	June	July	Feb
Killed instantly	3.0	2.6	3.1	2.8	2.8	2.1
Killed after struggle	3.0	2.8	3.0	2.9	2.9	2.3

2. 即殺および苦悶死マダイのミオシン区蛋白の粘度

Fig. 2-a は即殺区，b は苦悶死区のマダイから抽出したミオシン区蛋白の粘度図である。両者を比較して一見気がつく非常に大きな相異は，粘度の濃度依存性を示す曲線群（XY 曲線群）のかたむきである。すなわち，即殺区の XY 曲線群はいずれもねており，その極端なものはほとんど水平に近くなつているが，苦悶死区では比較的たつている。このように致死条件によつて粘度の濃度依存性に大きいちがいのあることは，コイの場合と著しくちがうところである。一方，粘度の $\bar{\beta}$ 依存性はコイの場合と同じく，即殺区では XZ 曲線が $\bar{\beta}$ の増大につれて下降し，無限稀釈においても $\bar{\beta}$ 依存の存在を示すが，苦悶死区ではある濃度以下になると曲線が水平になり，粘度の $\bar{\beta}$ 依存性がなくなることを示している。ほぼ同濃度のところで粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を比較すると即殺区のほうが苦悶死区よりも強い。固有粘度は即殺，苦悶死両区の間に全く差がない (Table 1)。つづいて行なつた他の一例でも全く同様な結果が得られた。

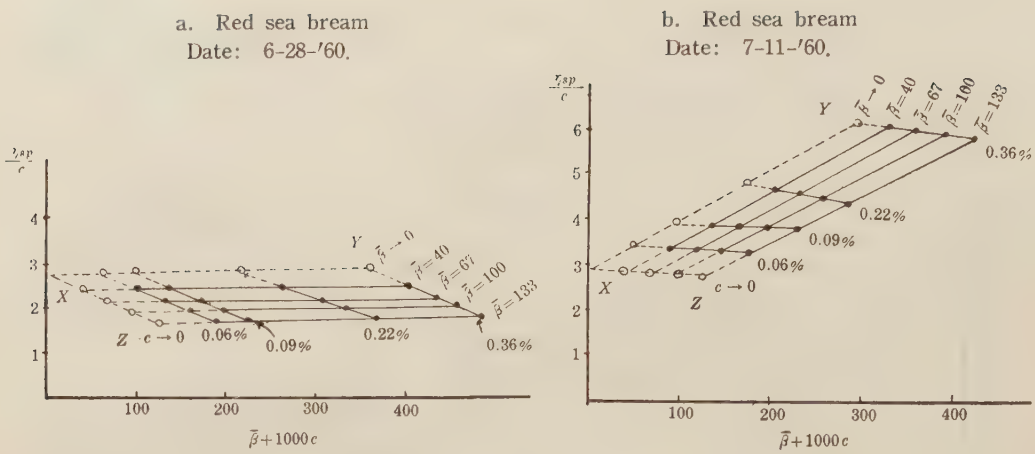


Fig. 2. Viscosity patterns of myosins from red sea bream killed in different ways.
a. Instant death, b. Death after struggle.

3. 即殺および苦悶死ヒラメ-ミオシン区蛋白の粘度

Fig. 3-a, b はそれぞれ即殺および苦悶死したヒラメのミオシン区蛋白の粘度図である。タイの場合にみられたような即殺区の XY 曲線群の水平に近い傾きはみられず，粘度の濃度依存性はだいたいコイの場合と似ている。粘度の速度勾配依存性については即殺区のものが苦悶死区のものよりも強いことは，コイやタイの場合と同じである。固有粘度（Table 1）は即殺，苦悶死両区ともコイやタイの場合よりもやや低く，両区の間にはほとんど差がない。

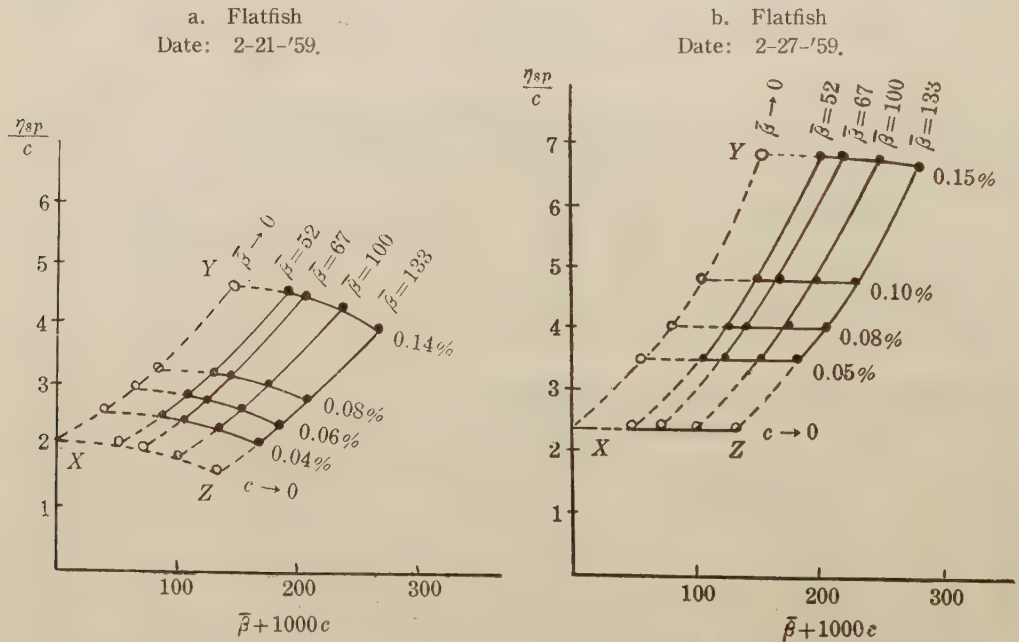


Fig. 3. Viscosity patterns of myosins from flatfish (*Paralichtys olivaceus*) killed in different ways.
a. Instant death, b. Death after struggle.

4. 粘度の濃度依存性

即殺区のタイでは粘度図の XY 曲線群が水平に傾き，実験の濃度範囲では，還元粘度 η_{sp}/c がほとんど濃度に関係のないことがわかつた。このような現象はコイやヒラメでは見られなかつたところであるが，ウサギ-アクトミオシンでは粘度数 $(\ln \eta_r)/c$ の値が濃度に関係のないことが知られている[3),4),5)]。η_{sp}/c なり $(\ln \eta_r)/c$ が c に関せず一定ということは，そのこと自体に対する興味のほか，固有粘度を求めるにあたつて $c \to 0$ に外挿する手間が省けるという利点もある。そこでカレイ（2例），ヒラメ (Fig. 3 の試料とは，季節の異なるもの)，セイゴ（2例），ハゼ等の自身の魚およびスルメイカ（4例）の即殺したものについて，$\eta_{sp}/c \sim c$，$(\ln \eta_r)/c \sim c$ の関係をしらべた。実験の都合上，粘度の測定は速度勾配をかえず $\bar{\beta}=100\,\mathrm{sec}^{-1}$ の下に行なつた。ただイカの場合は後述のような珍らしい現象がみられたので，cおよび $\bar{\beta}$ をいろいろにかえて測定し，粘度図を作つた。

Fig. 4 の a は 10 月のカレイ（1月のカレイについても同様の結果が得られた。）b は 12 月のヒラメ，c は 5 月のセイゴ（他の一例からも同様な結果がえられた），d は蓄養しておいた 3 月のハゼについての結果であつて，e は Fig. 2 のタイの粘度図から $\beta=100\,\mathrm{sec}^{-1}$ における $(\ln \eta_r)/c$ を計算したものである。

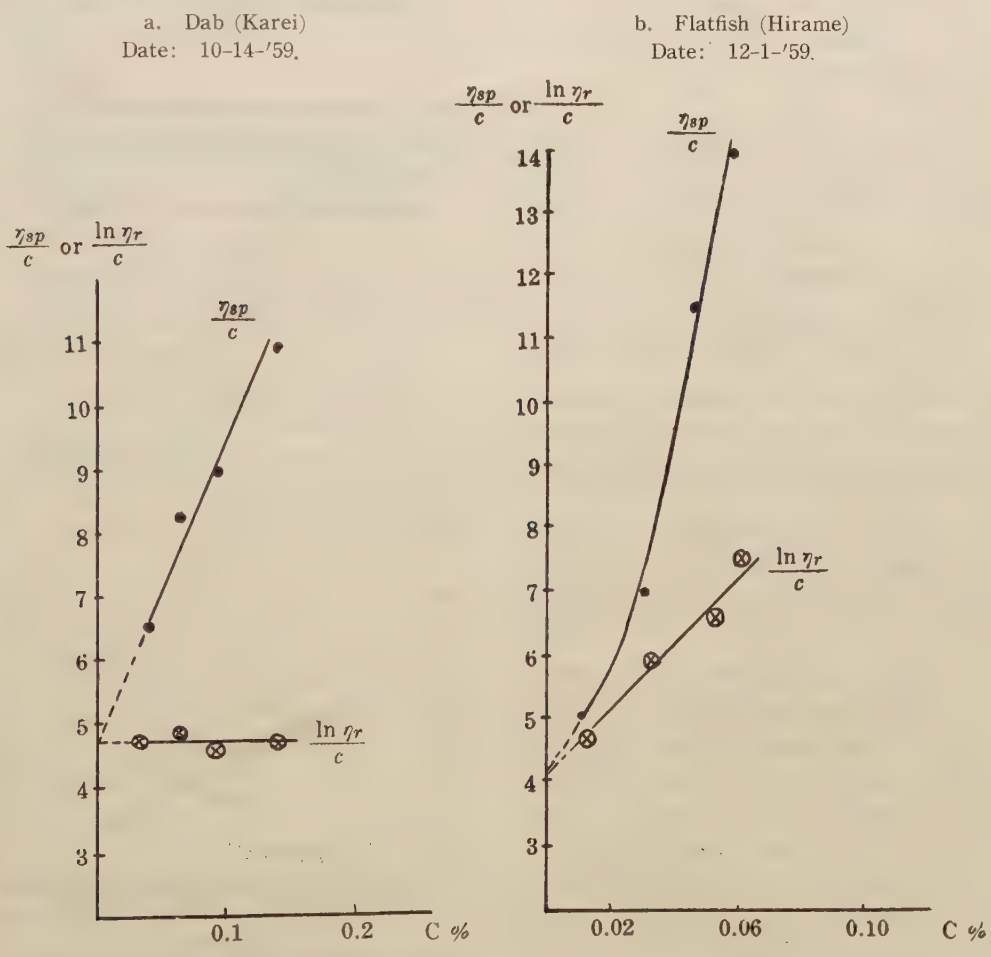
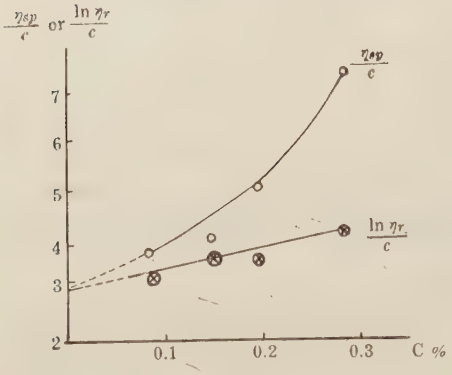
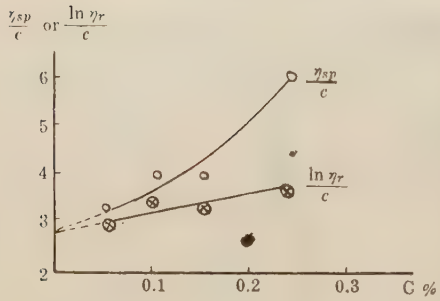


Fig. 4. Concentration dependence of η_{sp}/c and $(\ln \eta_r)/c$ for myosins from fishes killed instantly.
(Viscosity was determined at $\bar{\beta}=100\,\mathrm{sec}^{-1}$)

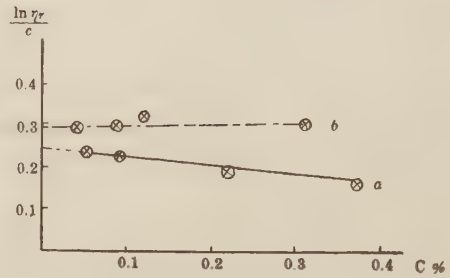
c. Common sea bass (young) (Seigo)
Date: 5-9-'60.



d. Goby (Haze)
Date: 3-7-'60.



e. Red sea bream (Madai)



a) Instant death (6-28-'60.)
b) Death after struggle (7-11-'60.)

Fig. 4. Concentration dependence of η_{sp}/c and $(\ln \eta_r)/c$ for myosins from fishes killed instantly.
(Viscosity was determined at $\bar{\beta}=100$)

Fig. 5 は1月のイカについての粘度図である。イカについては，1月にさらに1回，6月に2回実験をくり返えし粘度図を求めたが，同様な結果がえられた。

Fig. 4, Fig. 5 およびコイ（前報[2]）の Fig. 3, 4 ならびに本報の Fig. 1), ウサギについての結果から粘度の濃度依存性をとりまとめると Table 2 のようになる。

表からわかるように，粘度の濃度依存性は動物によつて異なる。η_{sp}/c がほぼ c に関せず一定なのはタイのみで，その他のものはイカを除くといずれも c がますと η_{sp}/c は大きくなる。$(\ln \eta_r)/c$ が c に関せず一定なのは，カレイとウサギであつて，セイゴ，ハゼ，ヒラメ，コイでは c とともに直線的にふえている。タイでは c がますと $(\ln \eta_r)/c$ はかえつてへるような傾向がみえる。スルメイカはごく特異であつて，あまり濃度の大きくないところ（だいたい 0.15~0.10% の間）で，η_{sp}/c も，$(\ln \eta_r)/c$ も極小値をとる。これは前報[3]の夏季のコイのアクトミオシン溶液を放置したときにみた変化とおなじである。

Squid
Date: 6-1-'58.

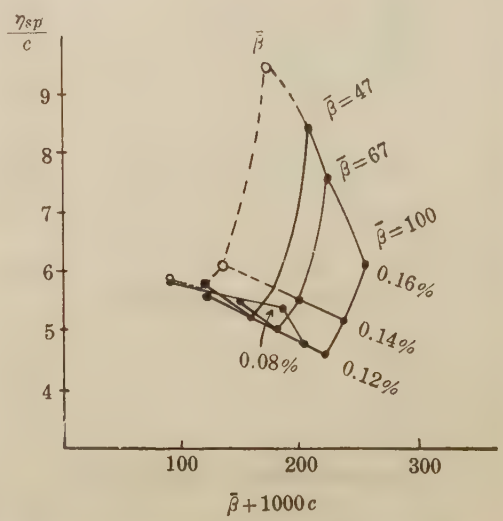


Fig. 5. Viscosity pattern of myosins from squid put to an instant death.

Table 2. Concentration dependence of viscosity of "myosins" from fishes and rabbit.

Name of animal	Scientific Name	Relation between η_{sp}/c and c	Relation between $(\ln \eta_r)/c$ and c
Red sea bream (Madali)	*Chrysophrys major*	η_{sp}/c is nearly constant independent of c	$(\ln \eta_r)/c$ decreases rectilinearly with increasing c
Dab (Magarei)	*Limanda herzensteini*	η_{sp}/c increases rectilinearly with c (Increase in η_{sp}/c is proportional to c)	$(\ln \eta_r)/c$ is constant independent of c
Common sea bass (young) (Seigo)	*Lateolabrax japonicus*	Increase in η_{sp}/c is greater than proportional to c	$(\ln \eta_r)/c$ increases rectilinearly with c
Goby (Haze)	*Acanthogobius flavimanus*	The same	The same
Flatfish (Hirame)	*Paratichthys olivaceus*	〃	〃
Carp (Koi)	*Cyprinus carpio*	〃	〃
Rabbit*		〃	$(\ln \eta_r)/c$ is constant independent of c
Common squid (Surume-ika)	*Ommastrephes sloani pacificus*	η_{sp}/c takes a minimum value at a certain concentration	$(\ln \eta_r)/c$ takes a minimum value at a certain concentration

* MOMMAERTS[4] (at $\bar{\beta} = 1500 \sim 2000\,\mathrm{sec}^{-1}$), PORTZEHL[5] (at $\bar{\beta} = 2000\mathrm{sec}^{-1}$), MIGITA and SUZUKI[3] (at $\bar{\beta} \to 0$)

なお，Fig. 4 からみかけの固有粘度 $(\eta_{sp}/c)_{\substack{c\to 0 \\ \bar{\beta}=100}}$ をみると，ハゼ，セイゴでは 2～3，カレイ 4～5，ヒラメ 4.1 となつている。ヒラメについての値は Fig. 3 の約 2.0 にくらべると非常に高く，試料による差が甚だしいようである。

考　　察

粘度の速度勾配依存性

Fig. 1～3 の結果にみられるように，それぞれの魚種に共通に，即殺区と苦悶死区との間で明らかにちがつている点は，粘度の $\bar{\beta}$ 依存性が即殺区は強く，苦悶死区では弱いことである。各々の c における粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を比較しやすくするために Fig. 1～3 の XZ 曲線群の各々について次のような作図を行なつた。すなわち，Fig. 6 において曲線 xz を濃度 c における粘度の $\bar{\beta}$ 依存性を示す曲線とし，この曲線上の点 B_1 を濃度 c，平均速度勾配 $\bar{\beta}_1$，点 B_2 を濃度 c，平均速度勾配 $\bar{\beta}_2$ なる条件の下にえられた η_{sp}/c の値とする。ただし，$\bar{\beta}_1$ および $\bar{\beta}_2$ は，いろいろとかえた平均速度勾配のうち，それぞれ最小および最大のものであつて，今回の実験では $\bar{\beta}_1 = 33$ または $40\,\mathrm{sec}^{-1}$，$\bar{\beta}_2 = 133\,\mathrm{sec}^{-1}$ である。B_1 を通つて横軸に平行線を引き，B_2 よりこれに垂線をおろし交点を H とし，$B_2H/B_1H(=v/h)$ を曲線 xz の傾きをみる尺度とした。各 c における v/h を計算して $c \sim v/h$ を図示したもの

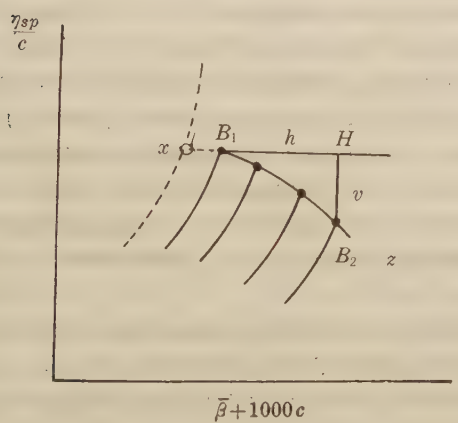


Fig. 6. A method showing effect of concentration on velocity gradient dependence of η_{sp}/c.

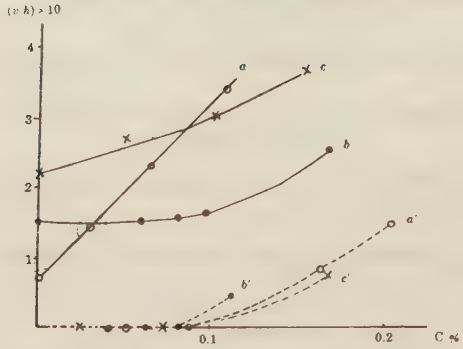


Fig. 7. Concentration effects on velocity gradient dependence of myosins from carp.
Solid lines (a, b, c)——Instant death group.
Broken lines (a', b', c')····Death after struggle group.
v/h: see Fig. 6.

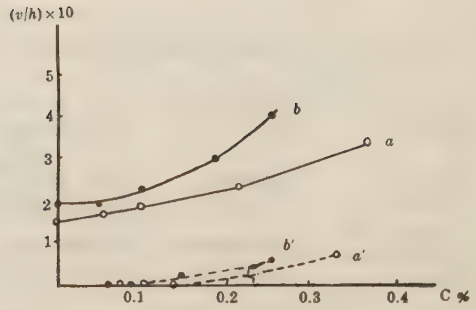


Fig. 8. Concentration effect on velocity gradient dependence of myosines from red sea bream.
Solid lines (a, b)—Instant death group
Broken lines (a', b')···Death after struggle group.

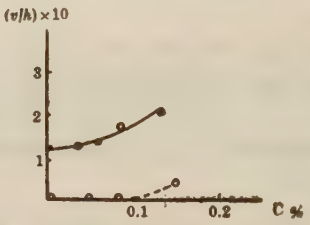


Fig. 9. Concentration effect on velocity gradient dependence of myosins from flatfish.
Solide line——Instant death group
Broken line····Death after struggle group.

が，コイについては Fig. 7，タイでは Fig. 8，ヒラメでは Fig. 9 である。図に明らかなように，いずれの試料においても即殺区に比して苦悶死区では粘度の $\bar{\beta}$ 依存性が弱く，前者が無限稀釈においてもなお $\bar{\beta}$ 依存性を示すのに，後者はある濃度（約 0.1%）になると，はじめて $\bar{\beta}$ 依存性がはつきりと現われてくる。速度勾配が大きくなると粘度が小さくなる現象は異常粘性とよばれ，その原因として，いろいろの場合が考えられているが，大ざつぱに分けると，(i) 流れの場で粒子が配向されるためにおこる orientation anomaly といわれる型と，(ii) 粒子が溶液中で作つている集合体が流れの応力によつて次第にこわされるためにおこる elastic anomaly といわれている型とがある。前者はごくうすい溶液中でもおこるが，後者は粒子が作用しあつて集合体を作りうるような濃度においてのみおこる[4]。線状の粒子は流れの場におかれると配向しようとするが，粒子の回転ブラウン運動はこれを妨げようとする。この両者のかねあいで，線状粒子のうすい系は，異常粘性を示す場合と示さぬ場合とがある。後の場合，濃度が少しますと異常粘性が現われることがある。これは濃度がますと粒子間の干渉のため回転ブラウン運動が妨げられ，粒子の配向のほうが優勢となるためであつて，流れの場で粒子の集合体のこわれる (ii) の型とはちがう。MOMMAERTS[4] は，ウサギ-ミオシン (WEBER 液による 20 分抽出) 溶液が 9mg/ml 以上の濃度ではじめて異常粘性を示した事実をそのように説明している。われわれの場合，苦悶死区のミオシン区蛋白が，0.1% 以下の濃度では異常粘性を示さなかつたのは，MOMMAERTS のウサギ-ミオシンの場合と同様に考えられる。

このように線状粒子のうすい系が，異常粘性を示すか否かは，粒子が充分配向されるか否かによつてきまるが，粒子の配向されやすさは，粒子の非対称度の大きいほど，また粒子の長さが大きいほど著しい。

固有粘度 [η] は，粒子が互いに干渉されず，またずりの応力もうけず，ただブラウン運動のみを行なつているという一つの極限の状態における粒子の非対称度を示す尺度となるものである。ところが，Table 1 にみられるように，今回用いた魚の [η] は，どの魚種についても，即殺区と苦悶死区の間にほとんど差がない。したがつて，各ミオシン区蛋白の極限状態における粒子の平均非対称度は，魚の致死条件によつてちが

わないということができる。しかるに即殺区のミオシン区蛋白は，苦悶死のものよりも，強い異常粘性を示す。この事実に対しては次の2つの考え方がある。

（1） もしミオシン区蛋白粒子は rigid であつて，流れの場においても，極限の状態においても形が変わらないものとすれば，苦悶死区のミオシン区蛋白の粒子は，即殺区のものに比し，平均の軸比はおなじであるが，平均の長さが小さいものと考えられる。

（2） もし魚のミオシン区蛋白の粒子は rigid ではなく，流れの場におかれると，ずりの応力によつてひきのばされるものとすれば，即殺区と苦悶死区のミオシン区蛋白の粒子は，極限の状態では全く同じ形をしているが，流れの場におかれると，即殺区の粒子のほうが，苦悶死区の粒子よりも，ひきのばされ易い性質があると考えられる。ひきのばされると長さとともに軸比も変わり，その結果，β-依存性の強さに大きいちがいがでてくる。

MOMMAERTS[4] は，ウサギ-ミオシンの粘度から出した軸比は $\bar{\beta}$ によつて変わらないが，アクトミオシンの場合はかわることから，ミオシン粒子は rigid で，アクトミオシン粒子は elastic であるといつている。魚のミオシン区蛋白は，いろいろの事実から主としてアクトミオシンからなつているとされている。従つて即殺および苦悶死魚の場合は，上記 (2) の考えによつてよりよく説明できそうに思えるが，MOMMAERTS が軸比を出すに用いた式には，いろいろの仮定がふくまれているから，たしかなことは分子量を比較してみることであろう。

粘度の濃度依存性

XY 曲線の傾きは粘度の濃度依存性の大小を示すものであるが，Fig. 1～3 においてもつとも注目に値することは，他の魚の場合にくらべタイの XY 曲線が著しくねていることである。即殺区では特に著しいが苦悶死区でも明らかに同様な傾向が認められる。致死条件によるちがいもタイの場合は一番はつきりしており，2例とも苦悶死区の XY 曲線は即殺区のより明らかに立つている。

濃度依存性は，溶質粒子が互いに作用しあうために起ると考えられており，長い粒子の場合に特にはつきりと観察されている。そこで即殺タイのミオシン区蛋白の粘度の濃度依存性がきわめて低いのは，その粒子が特に短かいのではないかと一応考えられる。

しかし一方，長さのちがいだけでは説明し難い事実もある。すなわちタイの場合は，致死条件によつて粘度の濃度依存性がことなり，苦悶死区のほうが明らかに大きい。したがつて上にのべた考えによると，苦悶死タイのミオシン区蛋白の分子は，即殺区のものよりも，流れの場における平均の長さが大きいとしなければならない。ところが $\bar{\beta}$-依存性からみると前述のように，即殺区の分子のほうが苦悶死区のものよりも平均の長さが大きいとしなければならない。この不一致は，濃度依存性を支配するものは分子の非対称度や長さばかりでなく，それ以外にも重要な因子があるのではないかということを示唆するものであろう。濃度依存性のおこる原因は流れの場で粒子が互いにさまたげあつたり，からみあつたりするためであると考えると粒子の表面に存在する活性基の種類や量なども関係しているのではないだろうか。

イカ-ミオシン区蛋白の粘度

ある濃度で η_{sp} が極小値を示したイカは特異な例である。夏季のコイのミオシン区蛋白溶液を放置した場合にも同様の現象がみられた[2]。実験に用いたイカは，前述のように，市場で手に入れたものであるが，なお生きていたものである。η_{sp}/c の値がある濃度で極小となるということは，必らずしもその濃度以下で相対粘度 η_r が上昇するということではなく，前報コイの場合に証明したように，その濃度以下では $\eta_r \sim c$ の関係が凸型 (convex) 曲線になつているため，この濃度以下で，この関係が凹型 (concave) 曲線または直線であらわされるとした場合にくらべると，低濃度域における粘度が高くなつているのである。この原因の1つとしてイカ-ミオシン区蛋白では濃度がごく低くなると粒子のひろがりがますのではないかと想像されるが，これもまた今後の実証を要する問題である。

摘　　要

1. 致死条件のことなる魚から抽出したミオシン区蛋白の粒子の形がどうちがうかについて，おおよその知識をえたいと考え，即殺および苦悶死させたコイ，マダイ，ヒラメのミオシン区蛋白の粘度を，濃度 c と平均速度勾配 $\bar{\beta}$ をいろいろにかえて測定し，固有粘度 $[\eta]=(\eta_{sp}/c)_{\substack{c\to 0\\ \bar{\beta}\to 0}}$ および $\eta_{sp}/c\sim\bar{\beta}$, $\eta_{sp}/c\sim c$ の関係を求め，次のような結果をえた。

(i) $[\eta]$ は 2.1～3.1 の間にあり，魚種による差は小さいが，ヒラメではやや低いようであつた。同種の魚の即殺，苦悶死両区の間ではほとんど差がなかつた。したがつて粒子が溶液中でまつたく自由な状態にあるときの粒子の非対称度についても，同じことがいえる。

(ii) η_{sp}/c の $\bar{\beta}$ 依存性は，どの魚についても，即殺区のほうが苦悶死区よりも大きい。このことは，粒子を rigid なものと考えても，elastic なものと考えても，とにかく流れの場で，苦悶死区のミオシン区蛋白粒子は，即殺区のものよりも長さが小さいことを示す。

(iii) η_{sp}/c の濃度依存性は，コイもヒラメもかなり強いが，コイのほうがややつよい。致死条件によるちがいは，両者ともほとんどない。この点タイは特異であつて，即殺区では濃度依存性きわめて弱く，η_{sp}/c の値は濃度がかわつてもほとんど一定に近い。また苦悶死区のタイは，即殺タイにくらべると，濃度依存性が大きいが，コイ，ヒラメにくらべると明らかに小さい。

2. 即殺したコイ，タイ，ヒラメ，カレイ，セイゴ，ハゼ，イカについて，$\bar{\beta}=100\ \mathrm{sec}^{-1}$ における $\eta_{sp}/c\sim c$, $(\ln\eta_r)/c\sim c$ の関係をしらべた。η_{sp}/c が濃度によつてほとんど変わらないものは，タイのみであつて，カレイではウサギにおけると同じように，$(\ln\eta_r)/c$ が濃度に関せず一定であつた。イカではある濃度で η_{sp}/c も $(\ln\eta_r)/c$ も極小になるという結果がえられた。同様なことが前に夏季のコイのミオシン区蛋白溶液を放置した場合にも見られた。

粘度の算出についていろいろな御教示をたまわつた源生一太郎所長に厚く御礼申上げます。

文　　献

1) 右田正男・大竹茂夫: 本誌, **26**, 140 (1960).
2) 右田正男・鈴木たね子: 本誌, **25**, 127 (1959).
3) 右田正男・鈴木たね子: 本誌, **25**, 319 (1959).
4) MOMMAERTS, W. F. H. M.: *Arkiv Kemi, Mineral. Geol.* **19**, 1～20 (1945).
5) PORTZEHL, H. et al.: *Z. Naturforsch.* **5 b**, 61 (1950).
6) SIMHA, R., COHN, E. J. and EDSALL, J. T.: "Proteins, aminoacids and peptides as ions and dipolar ions" p. 519 (1943).

二枚貝のビタミン B_{12} 代謝について—I.

人工海水に添加した放射性 B_{12} のアサリによる吸収

戸沢晴已・相良順一郎

(1961 年 3 月 15 日受理)

ON THE VITAMIN B_{12} METABOLISM OF BIVALVES—I. ABSORPTION OF RADIOACTIVE VITAMIN B_{12} FROM ENVIRONMENTAL SEA WATER BY *TAPES JAPONICA*

Harumi Tozawa and Jun'ichiro Sagara*

Recently a possible function of vitamin B_{12} in the environment of aquatic organisms was discussed in relation to such phenomena as abrupt bloom of "red tide". In connection with this significant role of the vitamin, more information should be needed about the source from which the organisms can uptake this vitamin.

Existence of the vitamin found by several authors in the alimentary system of aquatic invertebrates as well as phytoplankton has made it inferable that it may be derived either from food for the animals (mainly phytoplankton) or produced by their intestinal microorganisms. With a view to elucidating these points, the little neck clam, *Tapes japonica*, has been cultivated in artificial sea water in the presence of vitamin B_{12} labeled with ^{60}Co at various concentrations. The experiments proved that the clam absorbs the vitamin from the environmental water. The measurement of the radioactivity absorbed into different parts of the clam revealed the following.

1) The radioactive vitamin B_{12} was transferred from the artificial sea water to the clam within six days (Table 1).

2) The level of radioactive vitamin B_{12} absorbed in the tissues of the clam was higher in the liver and gill than in the foot and gonad. While almost no radioactivity was detected in the intestinal tract (Table 2).

3) Fairly active absorption ability of the clam for this vitamin was suggested from high concentration factor for radioactive vitamin B_{12} in the tissues of the clam, especially in the liver (Fig. 2).

著者等の一人は，先に二枚貝の環境要素としてのビタミン B_{12} について検討を行なつたが[1]，この問題に関連して水産生物体組織に保持される B_{12} の来歴すなわち代謝経路を解明することが重要と考えられる。近年 B_{12} の研究が開発されるにつれ，陸上草食動物の B_{12} は，反芻胃内に存在する微生物に由来するものであることがほぼ明らかにされている[2]。一方水産生物の B_{12} に関しては，Ericson[3] が海藻中の B_{12} は海水中の B_{12} に起因することを述べているほか，淡水魚[4]，無脊椎動物[5]については腸内細菌ないし食餌としての植物プランクトン，ヒトデ[6]については食餌としての貝類が B_{12} の供給源といわれている。しかしこれらはいづれも 1 つの考察として提起されているに止る。

著者等はアサリ体内 B_{12} の来歴を明らかにすることを中心として，アサリの B_{12} 代謝に関する知見を得るため ^{60}Co でラベルした放射性 B_{12} を用いて研究を行なつた。上述した従来の知見から，アサリ体内の B_{12} は，海水に溶存する B_{12}，食餌（植物プランクトン），腸内微生物の 3 者に由来する可能性がそれぞれ考えら

* 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab. Tsukishima, Tokyo, Japan.)

東海区水産研究所業績 B 第 352 号

れる。本報においてはまづアサリが海水中の B_{12} を直接吸収する場合について実験し，興味ある事実を見出したのでここに報告する。

実験および結果

放射性 B_{12} は Abbott 社製の radiocyanocobalamin (848 μc/mg B_{12}) で，これを適宜稀釈，飼育水に混じて所要の濃度とした。飼育水は HERBST 氏の人工海水，アサリ（千葉県浦安地先）は殻長 32.8～36.0 mm のものを用いた。飼育水槽の内側にはポリエチレンシートをしき，飼育期間（6～20 日）は投餌せず，温度は 15°C に保つた。放射性 B_{12} の量は ^{60}Co の放射能から換算した*。測定はシンチレーションカウンタまたは GM カウンタで行なつた。GM カウンタで測定する場合は，試料を硝酸で液状灰化してから行なつた。

1. 放射性 B_{12} のアサリ体組織えの転移

まづ基本的な問題として，飼育海水中の放射性 B_{12} がアサリ体組織に転移するか否かをみるための基礎実験を行なつた。放射能の有無を確実に検知するため，海水中の放射性 B_{12} は相当な高濃度 (3,750 mγ/l) とし，この海水 400 ml 中にアサリ 3 コの割合で飼育，24 時間後および 6 日後の放射能を検した。

結果は Table 1 のごとくである。この場合海水自体の放射能は 21 cpm/0.1 ml であるから，1 日後のものの値は汚染による誤差も考慮に入れねばならないが，6 日後のものは明らかにどの組織にも放射性 B_{12} が転移していることが分る。

Table 1. Radioactivity (cpm/0.1 g of wet tissue) in *Tapes japonica* cultured in artificial sea water containing 210 cpm/ml of radioactive B_{12}.

Tissues	Culturing period	
	1 day	6 days
Foot	125～154 (144)*	508～1310 (858)**
Gill	28～ 45 (39)	160～2290 (1170)
Liver	8～ 25 (17)	—— (454)

*, ** Figures in parenthesis are the mean values from three clams for one day's culture, and six clame for six day's.

2. 組織の放射性 B_{12} 吸収量

次にアサリの各組織別に放射性 B_{12} 吸収量を見た。実験 1 の場合は飼育水中の放射性 B_{12} 濃度が極端に高いため，各組織の吸収量が正常ではないことが考慮されるので，今回は水中濃度を低くとつた。(150 mγ/l および 11 mγ/l) 普通海水中の B_{12} 濃度は数 mγ/l といわれている[7]ので，11 mγ/l のものは，ほぼ自然条件にひとしいとみなしてよいであろう。使用水量はアサリ 1 コにつき前者は 1l，後者は 2l とした。

Table 2. Absorption of radioactive B_{12} into tissues of *Tapes japonica* cultured under various conditions.

Tissues	Radio-B_{12} level (γ/100g of wet tissue)		
	A	B	C
Foot	2.0	0.06	0.3
Gill	6.5	1.2	7.7
Liver	14.5	1.2	4.2
Intestine	trace	trace	trace
Gonad	—	—	0.3

A: Cultured for 10 days at the concentration of 150 mγ/l
B: 〃 10 days 〃 11 mγ/l
C: 〃 20 days 〃 11 mγ/l

Each figure shows the meam value for two specimens of the clam.

Table 2 に結果を示す。アサリの組織別 B_{12} 含有量については肝臓，卵巣がもつとも高く，エラがこれに次ぎ，筋肉部はもつとも少くて肝臓の 1/5～1/10 程度といわれている[8]。Table 2 の値をみると肝臓に高く，筋肉（アシ）に低い傾向は自然的分布と一致している。すなわち吸収された放射性 B_{12} は割合短時間のうちに肝臓に集積する。なお，肝臓とアシの放射性 B_{12} 含有比について，実験の場合と非常に相違がみられる

* 放射性 B_{12} 分子が何等かの変化をうけることによつて ^{60}Co の放射能と放射性 B_{12} の量が一致しない場合がありうるが，これについては続報で検討する。

(Fig. 1) が，これが水中の放射性 B_{12} 濃度の差に起因するか否かは明らかでない。

エラの放射性 B_{12} 吸収量は相当高く，ある場合には肝臓を上廻つている。腸管にはほとんど全く放射性 B_{12} が検出されなかつた。

卵巣の放射性 B_{12} 吸収量は意外に低かつた。これは卵巣えの B_{12} の集積がおそいためとも見られるが卵巣の場合特に季節的変動をも考慮せねばならぬから，もつと詳細に調べる必要があろう。この他外とう膜，水管等はアシと大体同程度であつた。

3. アサリの放射性 B_{12} 濃縮

水産生物の場合，ある物質の濃縮係数（生体，組織内の含有濃度/環境水中の濃度）は，生物がその物質を吸収，蓄積する場合の積極性を示す1つの指標となり得る。Fig. 2 に 11 mγ/l の放射性 B_{12} 水中濃度での，アサリ肝臓およびアシの濃縮係数の時間的変化を示す。図から明らかなように，係数の増加は相当著しく，肝臓では 20 日間で平均 3,600（最高 5,500）に達する。このような高い値からして，アサリの B_{12} 直接吸収は相当積極的に行なわれるものと考えられる。

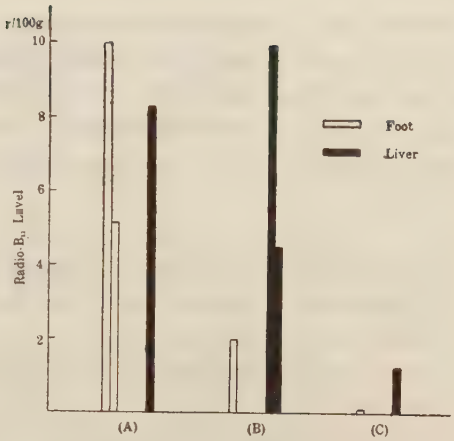


Fig. 1. Comparison of radioactive B_{12} level between foot and liver of the clam cultured under various conditions.
(A): Cultured for 6 days at the concentration of 3750 mγ/l
(B): Cultured for 10 days at the concentration of 150 mγ/l
(C): Cultured for 10 days at the concentration of 11 mγ/l

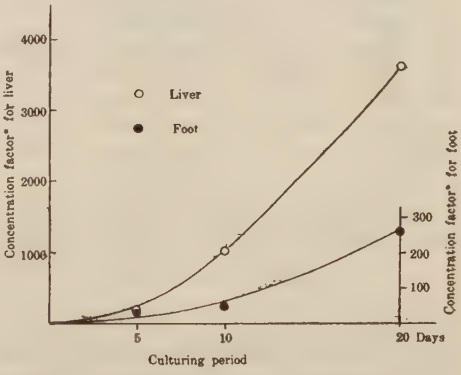


Fig. 2. Concentration of radioactive B_{12} by *Tapes japonica*.

* : $\dfrac{\text{radioactivity of radio-}B_{12}\text{ contained in a gram of the tissue}}{\text{radioactivity of radio-}B_{12}\text{ contained in a ml of the water}}$

考　　察

従来，水産動物の組織に保持されているビタミン B_{12} の供給源として海水中の B_{12} を考え，これを直接に吸収するものとする見解は見当らないが，本報によつて，少なくともアサリは海水中から B_{12} を直接に，しかも相当積極的に吸収することは明らかにされたと考える。この場合多少論議の残る点は，この種の実験において，海水に溶解している以外の B_{12} 源を考えなくてよいか，ということであろう。そしてその1つとして，海水中の微生物（実験に供したアサリに附着していたと考えられる）が，海水中より放射性 B_{12} を吸収し，これがアサリによつて摂取されたのではないか，とする考え方がある。しかし，その場合には，まづなによりも腸管内の放射性 B_{12} 含有量が高くなる筈である。しかるに本報の実験結果では腸管内にはほとんど放射性 B_{12} は検知されて居らない。したがつて海水中の微生物あるいは腸内細菌を経て軽移することは考えられない。すなわち，この実験の場合，アサリは溶存する放射性 B_{12} を直接に吸収した，と考えるのが妥当であろう。

この場合吸収に当つての経路，機作等は明らかでない。しかし魚類等でよく知られているエラのイオン吸排能と，一定時間内の接しよく水量はエラが圧倒的に多いことを考慮すれば，少なくとも吸収に際し，エラが重要な役割を果すことは考えてよいであろう。本報の実験結果ではエラの放射性 B_{12} 量が相当顕著であることは，以上と関連して興味深い。

濃縮係数の値およびその時間的増加の傾向から，アサリの B_{12} 直接吸収が相当積極的に行なわれると考えることができるが，これはもちろん直接吸収のみがアサリの B_{12} 保持機構であるということではない。この点に関しては当然他の B_{12} 供給経路，たとえば食餌による B_{12} の摂取などと比較考察されねばならない。しかしながら少なくともアサリの B_{12} 直接吸収は，単なる実験的事実ではなく，1つの生理的機構としてアサリの B_{12} 保持に関し，無視しえない程度の寄与をなしていると推定しうるであろう。

要　　約

1. 飼育海水に添加した放射性 B_{12} は，速かにアサリ体組織に移行する。

2. 放射性 B_{12} の含有量が最も高いものは肝臓およびエラで，アシ，卵巣，外とう膜等では低い。また腸管にはほとんど全く認められなかつた。

3. アサリ体組織，特に肝臓における放射性 B_{12} の濃縮係数は著しく大で，相当積極的な吸収，集積が行なわれていることを示した。

4. 以上から飼育海水中の放射性 B_{12} のアサリ体内転移は，直接吸収によるものであることを明らかにした。またアサリ体組織のビタミン B_{12} 保持に寄与する直接的吸収機能の重要性につき考察を加えた。

文　　献

1) 相良・簗瀬：日水試，**24**，456 (1958).
2) 佐橋編：ビタミン B_{12} と APF，129，南江堂 (1955).
3) ERICSON, L. E.: Chemistry and Industry. No. 34, 829 (1952).
4) 橋本：日水誌，**19**，899 (1953).
5) MAXWELL, B. E.: J. Fish. Res. Brd. Can. **9**, 164 (1952).
6) 簗瀬：日水誌，**19**，1200 (1954).
7) 柏田他：日水誌，**22**，637 (1957)；**23**，450 (1957).
8) 相良：未発表.

二枚貝のビタミン B_{12} 代謝について—II.
アサリの体内および人工海水中での放射性 B_{12} の安定性

戸沢晴巳・相良順一郎

(1961 年 3 月 15 日受理)

ON THE VITAMIN B_{12} METABOLISM OF BIVALVES—II.
STABILITY OF RADIOACTIVE VITAMIN B_{12} IN TISSUES OF *TAPES JAPONICA* AND IN ARTIFICIAL SEA WATER

Harumi Tozawa and Jun'ichiro Sagara*

In the preceding paper, radioactive B_{12} absprbed in tissues of the little neck clam (*Tapes japonica*) was calculated directly from measured radioactivity. This calculation, however, cannot be established if radioactive B_{12} is decomposed and the labeled part loses B_{12} activity. Therefore, the stability of radioactive B_{12} in tissues of the clam and in artificial sea water has been examined in the present work.

1) Extracts from body tissue of the clam which absorbed radioactive B_{12} were prepared and spotted on the paper for chromatography using sec. butanol-H_2O solution as developer. The paper was cut into ten pieces or so, each 1 cm wide, in parallel with the original line. Radioactivity and B_{12} activity on *Euglena gracialis* were measured for these pieces (Fig. 1).

The results showed that ^{60}Co detected in the chromatogram existed as a constituent of certain substance which had a biological activity similar to that of vitamin B_{12}. The fact suggests that radioactive B_{12} absorbed by the clam was not decomposed or, at least, maintained the activity for *Euglena gracialis* (Table 1).

2) When radioactive B_{12} was added to artificial sea water and was kept at 15°~20°C under the shelter from the daylight for 15 days, the radioactivity and the B_{12} activity on *Euglena gracialis* were found maintaining the initial levels (Table 2).

前報[1]において，アサリが環境水よりビタミン B_{12} を直接に吸収することを，放射性 B_{12} を用いて明らかにしたが，その実験方法としてアサリの各組織に含有される放射能を測定し，これから直ちに放射性 B_{12} 量を求めた。この場合もし放射性 B_{12} が，アサリに吸収される前後において分解等により変化し，ラベル部分が B_{12} 機能を持たぬ形（たとえばコバルトポルフィリン，甚だしい場合コバルト分子）になつていることがあると，放射能測定値から B_{12} 量を求めることは無意味となる。そこで 2 週間程度の実験期間における放射性 B_{12} のアサリ体内，および人工海水中での安定性について検討した。

実験及び結果の考察

1. アサリに吸収された放射性 B_{12} の安定性

アサリに吸収された放射性 B_{12} の変化の有無をみるには，アサリ体内で，^{60}Co が B_{12} 機能をもつ形で存在するか否かを知ればよい。そこでアサリ体組織の抽出液についてペーパークロマトグラムをとり，B_{12} に

* 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab. Tsukishima, Tokyo, Japan.).
東海区水産研究所業績 B 第 353 号

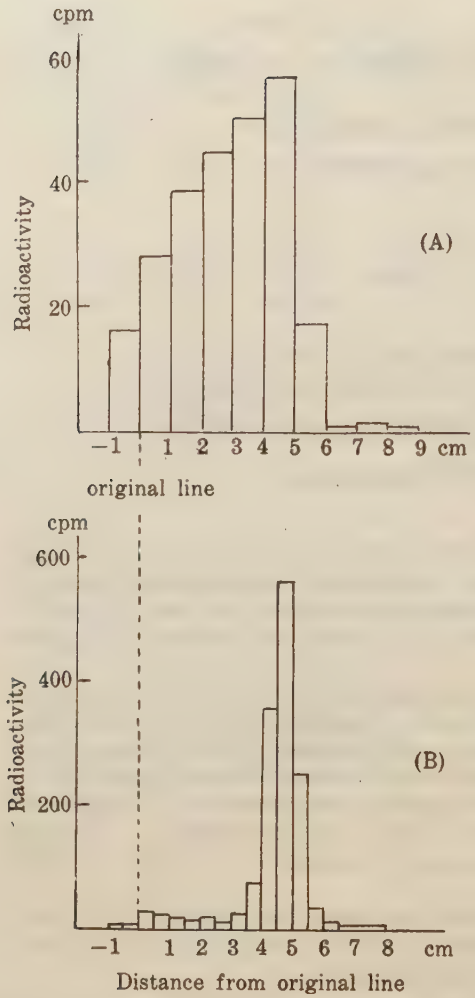


Fig. 1. Distribution of radioactivity on chromatograms when tested for the clam sample and for radio-B_{12} solution respectively.
(A): Extract from *Tapes japonica* which absorbed radio-B_{12}
(B): Control radio-B_{12} solution

該当する展開部分に ^{60}Co 放射能がゆくか否かを検する方法をとつた。

前報の場合と同様にして放射性 B_{12} を添加した人工海水 (100 mγ/*l*) 12*l* に対し千葉県浦安地先アサリ 10 コ (殻長 32.0～36.5 mm) を入れ，通気しながら 15°～22°C で 12 日間飼育した。このアサリのムキミ部分 3 コ分 (3.1g) をよく磨砕し，水 30cc を加えて湯せんで 10 分間加熱，冷却後 5 m*l* の 20% TCA を加えて沪過，沪液はエーテルと 3 回ふつて TCA を除き，湯せん上で蒸発濃縮して 0.5cc とする。(予備実験で TCA 処理が B_{12} 測定に影響しないことを確めた。) この 0.02cc を 2×40cm の東洋沪紙クロマト用 No. 51 につけ，アンモニア性 *sec*-Butanol (*sec*-Butanol : 水 : conc NH_4OH : KCN = 75 m*l* : 24 m*l* : 1 m*l* : 0.01g) で 24h (15°C) 展開した。展開後，原線から 1cm づつ切りとり，各部分の放射能を測定した。(GM カウンタで沪紙ごと測定) 同時にこの実験に用いた放射性 B_{12} 原液 (0.93 μc/m*l*) についても同様の操作を行なつて (0.5 cm づつ切りとる) 比較した。

Fig. 1 に結果を示す。沪紙につけた試料は 0.05 m*l* で 610 cpm (244 cpm/0.02 m*l*) であつたから，クロマトグラフィー操作での loss はほとんどないと考えてよい。試料，原液とも R_f は約 0.18 と計算される。この条件における B_{12} の R_f は約 0.19 といわれている[2] から，大体一致すると考えてよい。しかし試料の場合 (Fig. 1-A) 分離が非常に不明確で，これのみでは B_{12} 以外の放射性のものが存在するか否か明らかでない。

そこで次にこの点を検討するため，沪紙各切片の B_{12} 量を測定し，放射能の分布と対照した。Fig. 1-A の −1～1cm を I，1～3cm を II，3～6cm を III，6～9cm を IV とし，それぞれ試験管に入れ，水 20cc を入れて湯せんで 5 分間加熱抽出し，抽出液を適宜稀釈後 Euglena 法[3] で B_{12} 量を測定した。(残渣としての沪紙切片にはほとんど放射能は残らない)

Table 1. Ratio of vitamin B_{12} amount against radioactivity on each section of chromatographed paper tested for the clam sample.

Section	Distance from original line (cm)	Radioactivity (cpm)	B_{12} amount (mγ)	B_{12} amount / Radioactivity (mγ/100 cpm)
I	−1～1	44	1.5	3.4
II	1～3	82	2.5	3.1
III	3～6	124	3.6	2.9
IV	6～9	1	0	—

結果を Table 1 に示す。これから明らかなように，各切片における B_{12} 測定値/放射能の値はよく一致し，放射能のない IV 部には B_{12} も全く検出されない。すなわち，どの

切片においても ^{60}Co の放射能は一様に B_{12} 機能をもつ形で存在していることが判る。

B_{12} 類似化合物で Euglena に対し生育作用をもつものは，一般に FA, FC および pseud B_{12} であるとされている[4]。これらは *sec*-Butanol-水系の沪紙クロマト分離ではいづれも B_{12} より R_f が小で，相当明瞭に B_{12} と分離できるといわれる[2),5)]が，われわれの実験ではクロマト分離が不充分なので，Table 1 の III 以外の沪紙切片における B_{12} 測定値は，B_{12} のみによるものか，あるいはこれら B_{12} 類似化合物をも含むものかは明らかでない。しかしながら少なくとも，アサリに吸収された放射性 B_{12} は，その大部分が B_{12} そのままあるいは B_{12} 機能をもつ化合物として存在することが明らかにされたと考えられる。

試料の沪紙クロマト分離が明確でなかつたのは，放射能測定操作に必要な程度まで抽出液を濃縮したので物理的に tailing がひどかつたためであろうと思われる。tailing を防ぐ目的で，抽出に 50% アルコールあるいは純アルコールを使用してみたがうまくゆかなかつた。この点を解決するためには沪紙クロマトによるよりも，イオン交換分離法を確立することが必要であろう。また，B_{12} 定量には，B_{12} に対する特異性の強い Ochromonas を用いるのが有効であると思われる。

2. 人工海水に添加した放射性 B_{12} の安定性

放射性 B_{12} を 600 mγ/*l* になるように加えた人工海水 (112 cpm/m*l*) 各 100 m*l* をポリエチレンシートをしいたビーカーに入れ，一方は直射日光をさけた実験室内（前報の飼育場所と同一）におき，他方は暗室に放置した。温度は実験室で 15°～22°C，暗室で 16°～19°C。このものにつき 0, 5, 15 日の放射能および B_{12} 量をそれぞれ測定した。蒸発による減量は蒸留水で補足した。B_{12} 定量は No. 4 B の沪紙で沪した沪液 1 m*l* を 50 倍に稀釈してから，Euglena 法で行なつた*。

Table 2 から明らかなように人工海水に添加した放射性 B_{12} は，少なくとも 15 日間 B_{12} 機能を失わず，放射能にも変化がない。

Table 2. Stability of radioactive B_{12} in the artificial sea water kept in diffused light and in the dark.

Period of experiment (days)	In diffused light		In the dark	
	Radioactivity (cpm/m*l*)	B_{12} activity (mγ/*l*)	Radioactivity (cpm/m*l*)	B_{12} activity (mγ/*l*)
0	112	560	112	560
5	113	670	111	600
15	114	600	112	520

柏田等[6]は，散光の下においても無色ガラスびんに貯えた海水中の B_{12} が，相当程度減少するとしている。われわれの場合は人工海水であり，またポリエチレンシートをしいてあるために光の影響をさけ得た，とも考えられるが，なお柏田等と異なる結果を得た点については不明である。飼育実験の条件により近づけるため，アサリ飼育水（放射性 B_{12} を含む）について放射能と B_{12} 量を測定し，これ等の値から放射性 B_{12} の変化の有無を知ろうと試みたが，この場合アサリはその保持している B_{12} を水中に放出し，水中に B_{12} (非放射性) が出現することが明らかとなつたため，この試みは成功しなかつた。

結果の要約

1) アサリに吸収された放射性 B_{12} は，そのまま，あるいは B_{12} 機能をもつ化合物として存在することを明らかにした。

* 放射性 B_{12} の濃度をもつと低くし，セロファン透析を行なつてから測定する予定であつたが，予備実験の結果，B_{12} はセロファン (Visking 社製) 透析によつて失われることが明らかとなつたので，稀釈により塩の阻害を防ぐことにした。

2) 人工海水に添加した放射性 B_{12} は，直射日光をさけた実験室および暗室内で，少なくとも 15 日間 (15°～22°C) B_{12} 機能を失わないことを知つた。

文　　献

1) 戸沢・相良： 日水試, **27**, 785–788 (1961)
2) 多田： ビタミン, **19**, 221 (1960).
3) 簗瀬： 日水試, **17**, 389 (1952).
4) COATES, M. E. and FORD, J. E.: The Biochemistry of Vitamin B_{12}; Biochemical Society Symposia (Cambridge) No. 13, 36 (1955).
5) KON, S. K.: ibid. No. 13, 17 (1955).
6) 柏田他： 日水試, **24**, 591 (1958).

標識率法による東京湾北部のマハゼ資源量の推定

能勢幸雄

(1961 年 6 月 28 日受理)

ON THE POPULATION SIZE OF JAPANESE COMMON GOBY, *ACANTHOGOBIUS FLAVIMANUS* IN THE NORTHERN PART OF TOKYO BAY, ESTIMATED BY THE TAGGED RATIO METHOD.

Yukio Nose*

The tagged ratio method already introduced by the Author, was applied to the tag-recapture data of Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus* in the northern part of Tokyo bay, from 1955 to 1959. The results showed that the population size of this goby in the area were about 1~2 hundred millions at the period from middle of September to beginning of October, though of course there were some yearly variation. Otherwise, the results obtained by common PETERSEN method, based on the same data, were clearly overestimates, caused by the successive diminution of tags.

The average value of weekly natural mortality coefficient, obtained by the tagged ratio method and BEVERTON method together, was about 0.0519 at the prime fishing season from middle of September to beginning of November in this area.

Furthermore, 0.10~0.20 for the exploitation rate, (1×10^{-6} for the catchability coefficient), and 0.60~0.70 for the survival rate during same period, were calculated respectively.

既報[1] のとおり，標識放流後に継続して標識減耗があるときに，ふつうの PETERSEN 法で放流時の資源尾数を推定すると，推定値は常に過大であり，推定の精度をあげようとして長期間のデータを用いるとかたよりはいつそう大きくなる。さらに，前報では，この標識減耗に起因する推定値のかたよりを除くために，放流後の標本標識率を用いる方法について述べた。

本報では，この方法を用いて東京湾北部**のマハゼ (*Acanthogobius flavimanus*) 資源についての標識放流調査のデータを解析した結果について報告する。

データの使用を快く許して下さつた檜山義夫東大教授に感謝する。なお，本研究の費用の一部は文部省科学研究費によつた。

用いた資料

1) 標識放流尾数と再捕尾数

1955 年度から 1959 年度にいたる 5 カ年の各年度の標識放流尾数，放流月日，放流後の各週ごとの再捕尾数は Table 1 に示したとおりである。

この表から明らかなように，1955 年度を除いて，全再捕尾数の 80~90% は放流後の 6 週間以内に再捕されているとしてさしつかえない。したがつて，計算には放流後の最初の 6 週までのデータを用いた。ただし 1958 年度だけは，第 5, 6 週とも再捕がなかつたので，第 5 週までのデータを用いることにした。

* 東京大学農学部水産学科 (Fish. Inst., Fac. of Agr., Univ. of Tokyo).

** ここでいう東京湾北部とは，西は東京湾導流から，東は荒川放水路付近に至る東西約 10 km，南北約 4 km の水域。多くの埋立地が連なつている。

Table 1. Number of tagged fish liberated, date of liberation, and number of recaptures in each week in each year of common goby, *Acanthogobius flavimanus* tagging experiments in the northern part of the Tokyo bay.

	Year	1955	1956	1957	1958	1959
	Number of tagged fish liberated	980	884	972	1000	1000
	Date of liberation	Oct. 8	Sep. 25	Oct. 1	Sep. 25	Sep. 15
No. of weeks after liberation	1	23	13	37	13	13
	2	12	10	22	12	11
	3	10	12	4	7	7
	4	6	4	5	4	5
	5	4	1	6	0	1
	6	2	1	8	0	1
	Sum of above	57	41	82	36	38
	7~15	26	4	7	7	9
	Total	83	45	89	43(1)*	47

* The date of recapture for one fish was unknown.

用いた標識は，各年度とも同形，同大のビニール製鰓蓋骨標識で，1個の重さは約80mgである。標識をつけた魚は，ふつうに釣りあげたもののうち元気な個体を選び，標識をつけてから 30 分～1時間，船上の水槽に貯え，この間に死んだもの，標識の落ちたものはもちろんのこと，弱つた個体はすべてとり除いた。

放流地点は年によつて多少異なるが，できるだけもとの集団とよく混じるように8～11地点に分けて，さらに各地点でもできるだけ分散させて放流した。標識放流は各年度ともすべて1日で終了した。

2) 漁獲統計資料

Table 1 に示した期間の各週ごとの釣人人数（漁獲努力量）を Table 2 に，漁獲尾数を Table 3 に示した。

Table 2. Number of anglers estimated in each week after liberation ($\times 10^4$ men).

Week \ Year	1955	1956	1957	1958	1959
1	4.1	2.7	5.7	1.3	3.0
2	3.8	2.8	5.9	1.7	1.8
3	4.5	2.8	5.3	2.1	3.2
4	5.0	3.7	4.7	2.6	3.1
5	4.6	2.6	3.8	1.8	1.9
6	3.8	4.3	4.5	—	2.6
Sum	25.8	18.9	29.9	9.5	15.6

Table 3. Number of fish caught in each week after liberation ($\times 10^6$ fish).

Week \ Year	1955	1956	1957	1958	1959
1	6.0	4.5	6.5	1.5	5.5
2	4.2	4.8	6.8	2.7	3.4
3	6.8	5.0	5.1	2.4	5.7
4	6.8	7.3	4.3	2.9	5.5
5	5.5	4.5	3.9	1.9	2.8
6	5.1	6.4	3.7	—	4.5
Sum	34.4	32.5	30.3	11.4	27.4

この釣人人数と漁獲尾数は，この水域の沿岸にある約 300 軒の釣船宿から選んだ 7～10 軒の標本船宿についての表式調査から推定したものであつて，釣人人数，漁獲尾数とも，その精度（$C \cdot V$）は約 10～16% とみつもられている。

標識放流時のマハゼの資源尾数の推定

Table 1, 2, 3 のデータを用いて，二，三の方法で放流時の資源尾数の推定を行なつてみる。

1) PETERSEN 法

標識減耗その他推定にかたよりを与える原因が存在しないときには，どの週までのデータを用いても推定値の系列には特別のクセは生じないはずである。

いま，年度別に第 r 週目までの再捕尾数と漁獲尾数のデータを用いて，PETERSEN 法でそれぞれ計算した初期資源尾数の推定値 $\hat{N}_{(r)}$ は Table 4 のとおりである。

Table 4. $\hat{N}$, the estimates of population size of goby by PETERSEN method based on the data from the liberation to each week, ($\times 10^7$ fish) and $\hat{N}_L$, the lower and $\hat{N}_U$, the upper limits of the 95% confidence intervals of the last estimates.

Week \ Year	1955	1956	1957	1958	1959
1	25.6	30.6	17.1	11.5	42.3
2	28.6	35.7	21.9	16.8	37.1
3	37.0	36.1	28.4	20.6	47.1
4	51.8	49.0	32.4	26.4	45.8
5	52.2	61.9	34.9	31.7	61.9
6	59.1	70.0	35.9	—	72.1
$\hat{N}_L$	46.8	53.4	29.4	23.8	54.5
$\hat{N}_U$	80.5	101.9	46.1	47.5	106.7

明らかにどの年度についても，$\hat{N}_{(r)}$ は時間とともに傾向的に増加しており，継続的な標識減耗の存在を示している。したがつて，これらの推定値はいずれも過大であると判断できる。過大推定の程度が最も大きい最後の週までのデータを用いた場合の推定値に，再捕尾数がポアソン分布にしたがうものとして，近似的に 95% の信頼限界をつけると，Table 4 の下端のようになる。この程度の再捕尾数では，信頼限界の上限と下限でだいたい倍くらいちがう推定しかできないことがわかる。

以上のことから，この再捕データをふつの PETERSEN 法で扱うのは不適当であるといえる。

次に著者の標識率法で推定してみる。

2) 標識率法による推定

いま，週単位の全減少係を Z_r，標識減耗係数を T とすると，第 r 週の標本標識率の逆数 $1/p_r$ は，

$$\frac{1}{p_r}=\left(\frac{1}{P}\right)\frac{(Z_r+T)(1-e^{-Z_r})}{Z_r(1-e^{-(Z_r+T)})}e^{(r-1)T} \qquad (1)$$

で表わすことができる*。ただし，P は標識放流時の標識率 X_0/N_0 であり（X_0: 標識放流尾数），この場合は P がきわめて 0 に近いものとしている。

Z_r や T の大きさがかなりの範囲まで

$$\frac{(Z_r+T)(1-e^{-Z_r})}{Z_r(1-e^{-(Z_r+T)})}\sim 1+\frac{T}{2} \qquad (2)$$

の近似が成立するから，(1) 式で示される半対数直線の回帰係数が T を与え，また，その y 切片の値を α とすると，

$$\left(\frac{\hat{1}}{P}\right)=\frac{e^{\alpha}}{1+\frac{T}{2}} \qquad (3)$$

として $1/P$ の推定ができる。したがつて，放流時の資源尾数の推定値 $\hat{N}$ は

---

* もちろん，(1) 式を次の形に書くこともできる。

$$p_r=P\frac{Z_r}{(Z_r+T)}\frac{(1-e^{-(Z_r+T)})}{(1-e^{-Z_r})}e^{-(r-1)T}$$

$$\hat{N} = \frac{X_0}{P} \tag{4}$$

となる。さらに，$(\widehat{1/P})$ および $\hat{N}$ の分散は近似的に (5), (6) で与えられる。

$$V\left(\widehat{\frac{1}{P}}\right) = \left(\frac{2e^{\alpha}}{2+T}\right)^2 \left\{ V(a) + \frac{V(T)}{(2+T)^2} - \frac{2V(a,\ T)}{2+T} \right\} \tag{5}$$

$$V(\hat{N}) = \left(\frac{2e^{\alpha} X_0}{2+T}\right)^2 \left\{ V(a) + \frac{V(T)}{(2+T)^2} - \frac{2V(a,\ T)}{2+T} \right\} \tag{6}$$

さて，Table 1, 3 のデータを用いて，年度別に各週ごとの $1/p_r$ を計算したのが Table 5 である。

Table 5. $1/p_r$, the values of $n_r/(x_r+1)$ in each week, where n_r is the number of fish caught in r-th week after liberation and x_r is the number of recaptures of same periode ($\times 10^5$).

Year (r) \ Week	1955	1956	1957	1958	1959
1	2.49	3.24	1.72	1.06	3.90
2	3.24	4.35	2.98	2.04	2.85
3	6.22	3.81	10.18	3.02	7.16
4	9.71	14.60	7.28	5.82	9.25
5	11.00	22.50	5.59	19.40	14.20
6	17.00	32.00	4.15	—	22.50

$1/p_r$ の計算のさい，BAILEY[2]，CHAPMAN[3] のいう補正を考えて，各週の漁獲尾数をその週の(再捕尾数+1)でわつてある。

Table 5 を図示したのが Fig. 1-a, b, c である。Fig. 1-b の 1957 年度を除いてほぼ直線的に変化していることがわかる。

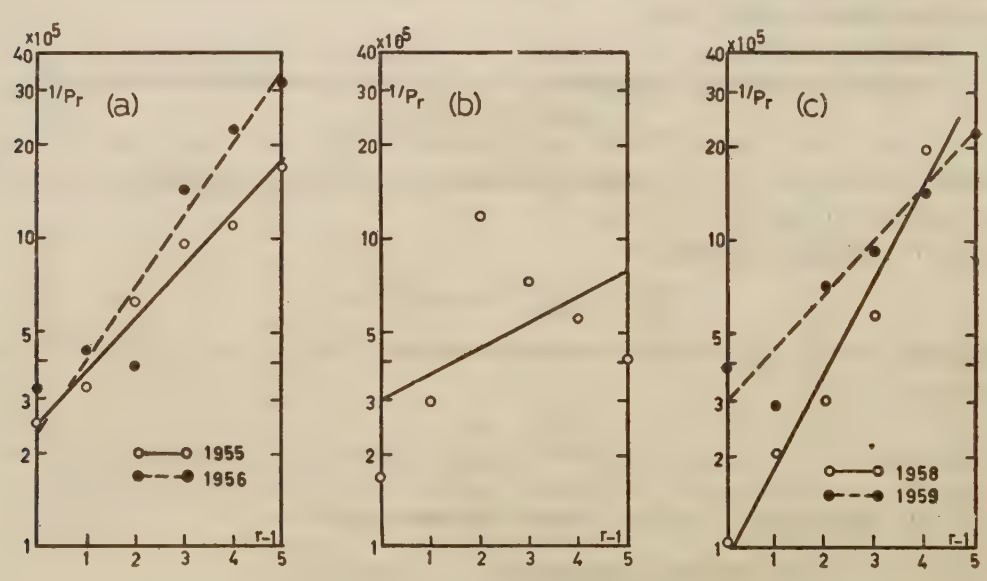


Fig. 1. The relationship between the time and $1/p_r$.
(a) 1955 and 1956, (b) 1957, and (c) 1958 and 1959

$(r-1)$ に対する $\log_e(1/P_r)$ の回帰式はそれぞれ次のように計算された。

$$\begin{aligned}
&1955\text{ 年度:}\quad \log_e(1/p_r) = 12.439 + 0.3917\,(r-1)\\
&1956\text{ 年度:}\quad \log_e(1/p_r) = 12.456 + 0.5061\,(r-1)\\
&1957\text{ 年度:}\quad \log_e(1/p_r) = 12.605 + 0.1699\,(r-1)\\
&1958\text{ 年度:}\quad \log_e(1/p_r) = 11.463 + 0.6868\,(r-1)\\
&1959\text{ 年度:}\quad \log_e(1/p_r) = 12.598 + 0.3953\,(r-1)
\end{aligned} \qquad (7)$$

1957 年度を除いて，回帰はいずれも高度に有意であつた。これらの回帰式はそれぞれ Fig. 1 に直線として示されている。

上述のとおり，これらの式の回帰係数は標識減耗係数 T（週単位）の推定値であつて，回帰が有意でなかつた 1957 年度を除くと，T はだいたい 0.4～0.7 の範囲にあり，この調査で用いられた鰓蓋骨標識による標識魚の死亡の増加，あるいは標識の脱落はかなり激しいものであるといえる*。

さて，(3), (4), (5), (6) 式を用いて得た $(\widehat{1/P})$, $\hat{N}$, $D(\widehat{1/P})$, $V(\hat{N})$ をまとめて Table 6 に示すことにする。さきに，PETERSEN 法で得た結果 (Table 4) は，Table 6 の $\hat{N}$ にくらべていちじるしく過大となつていることがわかる。

Table 6. Estimates of $1/P$ and N, initial fish population size by the Author's method.

Year	1955	1956	1957	1958	1959
$\widehat{1/P}$ $(\times 10^5)$	2.10	2.04	2.73	0.71	2.47
$D(\widehat{1/P})$	0.27	0.26	—	0.20	0.52
$\hat{N}$ $(\times 10^7)$	20.6	18.0	26.5	7.1	24.7
$D(\hat{N})$	2.7	2.3	—	2.0	5.2

3) BEVERTON 法[5] による推定値との比較

比較のため，同じ再捕データを用いて，BEVERTON法で初期資源尾数を推定してみよう。

BEVERTON 法を用いるについて，Table 2 に示した放流後の漁獲努力量の変動はさほど大きくないので計算の便宜上，再捕尾数を放流直後の 3 週とそれにつづく 3 週の二組にまとめ，漁獲努力量の変化はないものとして計算した**。得られた週単位の F, X および初期の平均資源尾数などを Table 7 に示す。

---

* 1959 年の 9 月に上野動物園の水族館の水槽で，標識魚（フィールドで用いもの同じ標識をつけた）と非標識魚を各 50 尾づつ飼つて，標識の脱落数と標識魚，非標識魚の死亡数を数えた。15 日後までに 23 尾の標識魚が死に，14 尾は標識を落し 13 尾が生残つた。この間の非標識魚の死亡は 17 尾で，33 尾が生残つた。週単位の水槽内自然死亡係数を M'，標識減耗係数を T とすると，

$$33 = 50e^{-2.14M'} \quad と \quad 13 = 50e^{-2.14(M'+T)}$$

とから，$M'=0.1972$, $T=0.4352$ を得る。さらに同年 10 月に，同じ実験をくりかえしたところ，$M'=0.0663$, $T=0.3224$ を得た。環境のちがいはもちろんあるが，これらの T の値はフィールドのそれとかなり近い。（能勢・檜山[4]）

** 第一再捕期の再捕尾数を n_1，第二期のそれを n_2 とすると，週単位の F は

$$F = \frac{n_1\left(\log_e \frac{n_1}{n_2}\right)}{3X_0\left(1-\frac{n_2}{n_1}\right)}$$

となる。また，X は

$$X = \frac{1}{3}\log_e\left(\frac{n_1}{n_2}\right) - F$$

となる。データをこの形にまとめたときは，その 2 点を直線でつなぐことになるので，F, X などは一義的にきまるが，推定値の精度についてはなにもいえない。

Table 7. Estimates by the BEVERTON's method.

Year	1955	1956	1957	1958	1959
$F+X$	0.4407	0.5877	0.3997	0.6929	0.4960
F	0.0276	0.0281	0.0371	0.0252	0.0199
X	0.4131	0.5596	0.3626	0.6677	0.4761
N ($\times 10^7$)	21.7	16.0	17.5	6.0	27.6

F: weekly fishing mortality coefficient.
X: weekly natural mortality coefficient plus weekly tag diminishing coefficient
N: average population size at the initial week.

Table 7 の $\hat{N}$ は，Table 3 の第1週の漁獲尾数をわつたもので，第1週内における平均資源尾数を示している。Table 6 の値とくらべると，標識率法で回帰が有意とならなかつた 1957 年度を除いてさほど大きいちがいは見られない。Table 6, 7 に示した他の年度の $\hat{N}$ はいずれも Table 4 の $\hat{N}_1$ よりかなり小さいことを考えると，1957 年度の $\hat{N}$ は 17.1×10^7 よりさらに小さかつたのではないかと思われる。

自然死亡係数の推定

さて，BEVERTON の方法で分離して推定した X を M と T の和と見なして，これらの X から著者の方法で得た T をさしひくと，自然死亡係数 M（週単位）の推定ができる。その結果を Table 8 に示す。

Table 8. The estimation of weekly natural mortality coefficient.

Year	1955	1956	1957	1958	1959
1) X (Table 7)	0.4131	0.5596	0.3626	0.6677	0.4761
2) T (Eqn. 7)	0.3917	0.5061	0.1699	0.6868	0.3953
3) M (1)−2))	0.0214	0.0535	0.1927	−0.0191	0.0808

2) で回帰が有意とならなかつた 1957 年度の M はきわめて大きく，また 1958 年度のそれは負となつた。その他の年度の M はおおむね 10^{-2} の桁にある。

1958 年の M が負となつた原因ははつきりしないが*，前報でも記したように標本標識率は標識減耗に影響されるとともに，加入 (Recruitment) の存在があつても変化する。したがつて，1958 年度には標識放流後に継続的な加入があつたのではないかと思われる。しかし，加入があつたとしても Fig. 1-c で見られるとおり，$1/p_r$ の対数値は時間に対して直線的に変化しており，加入が各期の現存尾数に比例するような形で起こつたと見られるので，初期資源尾数の推定には影響しない[8]。ただし，この年の T のなかには加入係数と呼ぶべきものが加わつており，正しい T はもつと小さいと考えられる。

計算上，問題の起きなかつた 1955, 1956, 1959 年度の M について見ると，これらの M は，さきに標識放流のデータと9月から翌年1月までの月別の努力当たり漁獲尾数および努力数などのデータとをくみあわせて得た[4] この5カ年の平均週自然死亡係数 0.027 とくらべると，その桁はあつているがやや大きく出ている。もつとも，どちらの M も精度が求められていないので，単なる見かけ上の比較にしかすぎないが，もし，これらの値がいずれも妥当なものとすると，マハゼの自然死亡の大きさは漁期の初めに大きく，漁期が進むにしたがつて，すなわち魚の成長と棲息密度の減少にともなつて小さくなることになる。漁獲物の約 80% がその年の春に発生した当才魚であるから，成長にともなう自然死亡の減少は考えられることである。

* この年の第5週の再捕尾数は0であつた。第4週までのデータで T と X を計算すると，$T=0.5504$, $X=0.3956$ となり M はやはり負になる。したがつて，第5週目の $1/p_r$ を計算するさいに分母を1としたために $T>X$ の現象が生じたのではない。

なお，このマハゼの標識放流調査の場合，再捕魚の回収についての PR はたえず強力に行なわれており，また1尾ずつ釣りあげるハゼ釣りの形態からいつて，再捕魚の報告もれはまずないものと思われる。また，釣で漁獲した魚に標識をつけると，釣による再捕は放流直後に一時的に減少するという報告[6),7)]もあるが，マハゼはタフであり，また Table 1 の結果から見ても，この調査の場合，この種の原因による推定値のかたよりはもしあるとしてもさほど大きくないと思われる。

したがつて，以上の結果から見て，この水域のマハゼ資源の大きさは，年によつて多少変動するが，9月中旬から 10 月上旬の頃にほぼ 1~2 億尾くらいであろうと考えられる。

漁獲率と生残率

また，上述の資源尾数あるいは自然死亡係数の推定値が妥当なものであるとすると，ここでとりあげた期間内での漁獲率，自然死亡率および生残率の計算が可能である。

漁獲率 (E) は，Table 3 の下端の総漁獲尾数の計と，Table 6 の $\hat{N}$ の比として与えられる。ただし，1957 年については $\hat{N}$ を 15×10^7 尾とおさえた。また，1958 年度は標識放流後にかなりの加入があつたものと考えられたので，漁獲尾数が多少大き目に見積もられ，したがつて E の値も大き目に計算されていると思われる。E の計算値は Table 9 に示してある。

また，生残率 S は $e^{-(\Sigma F_r+\Sigma M)}$ として与えられる。したがつて，まず Table 3 の各年度の第1週の漁獲尾数を $\hat{N}$ でわつて (1957 年度の $\hat{N}=15\times10^7$)，近似的に F_1 をそれぞれ求め，さらに F_1 を Table 2 の第1週の釣人人数でわつて漁獲能率 (q) を出す。q に Table 2 の釣人人数の計をかけることによつて ΣF_r を得る。ΣM は，1955，1956，1959 年度については Table 8 の M をそのまま用いて6倍 (週の数) した。1957，1958 両年度については前記3カ年の平均値，$\overline{M}=0.0519$ を便宜的に用いて，これに週の数をそれぞれ乗じて ΣM とした。こうして得られた生残率 (S) の値は Table 9 に示したとおりである。

さらに，$1-S$ は全滅少率であるから，全滅少率からさきに得た E をさしひくと自然死亡率 (D) が求められる。自然死亡率と，上記の計算の途中で得られた漁獲能率 q の値を同じく Table 9 に示しておいた。

Table 9. E, the exploitation rate, D, the natural mortality rate, S, the survival rate at the prime fishing season, from middle of September to beginning of November and q, the catchability coefficient for one man-day.

Year	1955	1956	1957	1958	1959
E	0.16	0.18	0.20	0.17	0.11
D	0.11	0.21	0.22	0.17	0.34
S	0.73	0.61	0.58	0.66	0.55
q ($\times10^{-6}$)	0.71	0.93	0.76	1.63	0.74

Table 9 からみて，この水域のマハゼ資源は，9月上旬から11月上旬の盛漁期において，その 10~20% が釣人によつて間引かれ，漁獲以外の自然原因による死亡が 10~30%，さらに，これらの死亡から免れて生き残つたものが 60~70% ということになる。

最後に，すでに述べたように，この調査で用いたビニール製鰓蓋骨標識は標識減耗係数 T (週単位) が 0.5 くらいもあつてかなり大きいので，この点の改良が行われれば再捕尾数が増し，さらに資源推定の精度のあがることが期待される。

要　　約

1. 東京湾北部のマハゼの標識放流調査のデータを，標識率法で解析して，その実用性を確かめたところほぼ妥当と思われる結果を得た。すなわち，9月上旬から 10 月上旬の頃の，この水域のマハゼの資源尾数

はほぼ 1～2 億尾くらいであると考えられた。PETERSEN 法による結果は明らかに過大推定であつた。

2. BEVERTON 法との併用によつて得たこの時期の自然死亡係数（週単位）は平均 0.0519 で，さきにより長期間（9月～1月）のデータから得た 0.027 よりかなり大きかつた。これは，マハゼの生長にともなう自然死亡の減少を示唆しているように思われた。

3. これらの数値から，9月中旬～11月上旬の盛漁期における漁獲率は 0.10～0.20（漁獲能率 1×10^{-6}），生残率は 0.60～0.70 程度と計算された。

文　　献

1) 能勢幸雄：PETERSEN 型資源量推定法の一吟味．本誌，**27** (8)，763～773 (1961).
2) N. J. J. BAILEY: On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika*, **38**, 293～306 (1951).
3) D. G. CHAPMAN: The estimation of biological populations. *Ann. Math. Statistics*, **25**, 1～15.
4) 能勢幸雄・檜山義夫：東京湾マハゼの死亡諸係数．日本水産学会昭和 35 年度年会講演，(1960).
5) R. J. H. BEVERTON and S. J. HOLT: On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*, **Ser. II, XIX**, 533 pp.
6) J. F. DEQUINE and C. E. HALL: Results of some tagging studies of the Florida largemouth bass, *Micropterus salmoides floridanus* (*Le Sueur*). *Trans. Amer. Fish. Soc.* **82**, 155～166 (1952).
7) T. F. WATERS: The development of population estimate procedures in small trout lakes. ——, **89** (3), 287～294 (1960).
8) 能勢幸雄：加入のあるときの PETERSEN 型の推定について（未発表）.

アルテミアの培養に関する若干の知見*

寺本賢一郎・木下祝郎

(1961年5月8日受理)

SOME INFORMATIONS ON THE CULTURE OF *ARTEMIA*

Ken-ichiro Teramoto and Shukuo Kinoshita**

The present paper deals with an attempt to find the satisfactory method to permit rapid growth of *Artemia* and to maintain their survival at a high ratio.

Dried eggs of *Artemia* obtained commercially were used for the material. Dried eggs were allowed to hatch in the artificial sea water (Table 1). The culture was started by inoculating 300 or so newborn larvae into 500 m*l* of the culture medium. During the culture, the medium was incubated at 28°C and aerated 20 m*l* per min., and fine ground food was added 100 mg per 100 individuals every day.

The results obtained are summarized as follows:

1) The larvae hatched from dried eggs under aerated condition showed more successful results than those nnder stationary condition.

2) *Artemia* were allowed to grow rapidly to adult and multiply enormously in the culture medium added NaCl and chelated metals to artificial sea water (Table 2).

3) The most suitable specific gravity of the medium was restricted to the range of about 1.04 (Fig. 1).

4) The addition of chelated metals caused raising the survival ratio, accelerating the speed of growth and increasing the egg production (Fig. 2).

5) The beneficial actions of chelated metals were mainly due to chelated iron and manganese (Fig. 3).

6) Baker's yeast was a good food, while "WAKAMOTO" composed of yeast and vitamin B complex materials in addition was the better food than the former (Fig. 4).

7) The acetone-butanol fermentation waste was a very good food from the point of view of practical utility (Fig. 5).

8) The newborn larvae grew to adults (at 50~65% survivals) and began to copulate after 6~7 days. The copulated females began to spawn after following 3~4 days. The number of eggs produced by a female was 100 on an average. The hatching out of the fresh eggs took place within several hours in the culture medium (Table 3).

アルテミア（ブライン・シュリンプ）は熱帯魚の餌料として著名であるが，近年は各種の海水性および淡水性魚介類の稚仔養成用餌料としても有効に使用されている。しかし，現在市販のアルテミアは輸入の乾燥卵であつて，国内での養殖は未だ行なわれていない。また，その培養法に関する報告も少なく，辻本(1955)[1]による人工飼育法の記述，Provasoli *et al.* (1959)[2),3)]による栄養要求の研究が，最近の主なものであるに過ぎない。

著者らは，醱酵廃液の有効利用およびその浄化を目的とするアルテミアの培養を考え，培養の基礎的諸条件について研究した結果，短期間に高い生残率で生長・増殖させる方法を見出したので以下に報告する。

材料および方法

市販乾燥卵 200 mg を人工海水 (Table 1) 500 m*l* に入れ，28°C で2日間通気して得られた孵化直後の

* 昭和 36 年 4 月 5 日，日本水産学会年会で講演

** 協和醱酵工業株式会社東京研究所 (Tokyo Research Laboratory, Kyowa Fermentation Industry Co., Ltd., Machida-shi, Tokyo, Japan).

幼生を実験材料とした。

培養液 (Table 2) 500 m*l* および幼生 300 尾を 500 m*l* 容ビーカーに入れ，28°C で通気攪拌しつつ（空気量: 毎分 20 m*l*）培養した。なお，人工海水および培養液の作製には主として JIS 1 級規格の試薬を用い pH は 7.8 であつた。

Table 1. Artificial sea water.

NaCl	28.3g	H_3BO_3	60.0 mg
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	7.0	Na silicate	3.8
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	5.1	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	2.6
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	2.4	$LiNO_3$	0.14
KCl	740 mg	H_3PO_4 (85%)	0.24
$NaHCO_3$	210	NH_4OH (28%)	0.06
NaBr	80	H_2O	1000 m*l*

Table 2. Culture medium for *Artemia*.

Artificial sea water	500 m*l*
Chelated metals soln.*	5 m*l*
NaCl	14g

* Five m*l* of chelated metals soln. contains:
$Na_2EDTA \cdot 2H_2O$, 10 mg; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 5 mg;
$MnSO_4 \cdot nH_2O$, 1500γ; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 500γ;
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$, 250γ; $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, 15γ;
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 5γ.

培養期間中は，2 日ごとに個体の相対的な大きさを観察し，生残数を算定するとともに培養液の更新を行なつた。餌料としては，便宜上から主として“わかもと”を使用し，個体 100 尾当り 1 日 100mg を磨砕して与えた。アルテミアは，最適条件で 6 日後に雌雄連結して交尾を開始するが，この時期をもつて成体に達したものと判定した。

実験結果および考察

1. 培養液について

人工海水に金属キレートを加え，食塩を 0, 14, 28g/500 m*l* 添加した各濃度の培養液（比重 1.026, 1.044, 1.060）でアルテミア培養を行なつた結果は Fig. 1 である。

アルテミアの生育に好適な比重は 1.040 内外であり，1.060 では生長速度および生残率が極度に低下する。これに反し，無通気条件で孵化させた幼生は比重 1.060～1.080 が好適であるが，生残率は低く成体となるのに 1 カ月以上を要した。

アルテミアが天然に生育する池の海水比重は 1.0553～1.0937 であり（猪野，1956)[4]，無通気条件で孵化させた場合がこれに類似している。孵化過程における通気が幼生の生理にいかなる機作で影響をおよぼすかは明らかでないが，興味深い問題と思われる。

アルテミアの培養液における食塩および金属キレートの各効果を検討した結果は Fig. 2 の通りである。

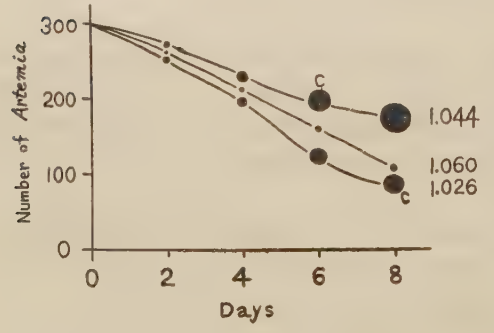


Fig. 1. Effect of specific gravity.

●: Relative size of *Artemia*.
C: Beginning to copulate.
Common symbols are used throughout all figures.

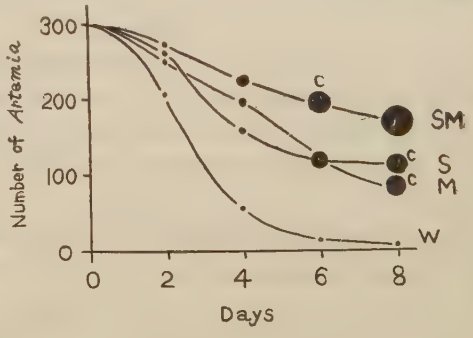


Fig. 2. Effect of composition of the medium.

W: Artificial sea water.
S: 〃 + NaCl.
M: 〃 + Chelated metals.
SM: 〃 + Chelated metals + NaCl.

人工海水では生長しないが，金属キレート添加（比重 1.026）または食塩添加（比重 1.044）によつて生長が促進され，8日後に生残率 30～36% で成体に達した。また，金属キレートと食塩を添加した培養液（比重1.044）では，生長速度および生残率が向上し6日後に生残率 65% で成体に達した。

金属キレートは，生残率および生長速度を向上させるほか，卵の産出および孵化の促進・増強にも顕著な効果があり，食塩だけを添加した人工海水中では，アルテミアは生長するが増殖しない。

金属キレート溶液の各金属元素をそれぞれの濃度で等モルの Na_2 EDTA と配合添加した培養液で，アルテミアの培養を行なつた結果が Fig. 3 である。

金属キレートの効果は主として鉄およびマンガンに由来するものであり，鉄またはマンガンのキレートだけでも6種の金属元素を配合したキレートの 89 または 77% に相当する生残率を示す。他の金属元素のキレートはそれ自体では無効ないし阻害的であるが，鉄およびマンガンと共存するさいには，その効果を助長するものと考えられる。

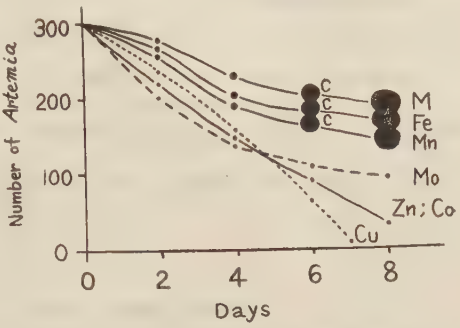


Fig. 3. Effect of different chelated metals.
M: Mixture of six chelated metals.
Basal medium: Artificial sea water + NaCl

2. 餌料について

アルテミアの餌料として“わかもと”およびパン酵母を投与しその効果を比較した結果を Fig. 4 に示す。

パン酵母では7日後に成体に達し，8日後の生残率 67% であるのに対し，“わかもと”では6日後に成体に達し8日後の生残率 53% を示した。また，後者では成体が大形となり，卵の産出も著しく多いことが認められた。

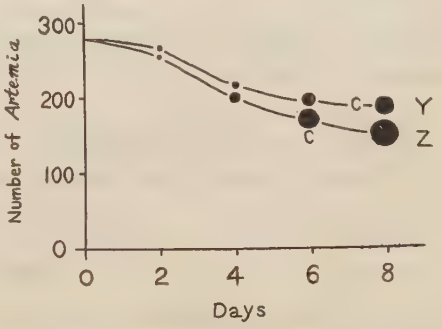


Fig. 4. Utilization of foods-1.
Y: Baker's yeast (dried).
Z: “Wakamoto”, tablets for nutrition, composed of yeast, Aspergillus, Eremothecium and Lactobacteriaceae.

パン酵母とともにビタミン B_1 および B_2 を各 10γ 投与した場合，生長速度および生残率に対して“わかもと”類似の影響が認められた。これは“わかもと”には，酵母のほかにアスペルギルス，エレモテシウムおよび乳酸菌の各胚芽培養物が配合されており，これがパン酵母に比して生長を促進し，生残率を低下させる原因と考えられる。

アセトン・ブタノール醗酵蒸留廃液乾燥物の餌料としての効果を，“わかもと”と比較した結果は Fig. 5 の通りである。

醗酵廃液乾燥物では，成体に達する時期が“わかもと”に比して1夜遅れ，生残率も極くわずかに低下するが，ほとんど同様の良好な結果を示した。また，“わかもと”を餌料とするさいには，培養液中に乳酸菌が蓄積繁殖して溶存酸素不足，pH 低下などによるアルテミアの死滅を招くために2日ごとに液を更新する必要があるが，醗酵廃液乾燥物では数カ月以上にわた

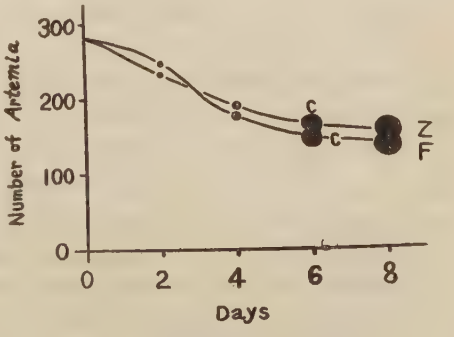


Fig. 5. Utilization of foods-2.
F: Acetone-butanol fermentation waste (dried).
Z: “Wakamoto”.

つて液の更新をせずに培養することができる。したがつて，醱酵廃液乾燥物は，餌料効果のほか培養の日常管理，価格などの実利面からいつても最も優れた餌料であるということができる。

3. 生長および増殖

醱酵廃液乾燥物を餌料としてアルテミアの継代培養を行なつたさいの生長・増殖経過は Table 3 のようである。

Table 3. The culture of *Artemia* through three generations.

Days	Generation P	F_1	F_2
1	Eggs	Eggs	Eggs
2	〃	Larvae	Larvae
3	Larvae	〃	〃
4	〃	〃	〃
5	〃	〃	〃
6	〃	〃	〃
7	〃	〃	〃
8	〃	Adults copulating	Adults copulating
9	〃	〃	〃
10	Adults copulating	〃	〃
11	〃	Adults spawning	Adults spawning
12	〃	〃	〃
13	〃	〃	〃
14	Adults spawning		
15	〃		
16	〃		

アルテミアは孵化後 6～7 日で成体に達し（生残率：50～65%），雌雄連結して交尾を始め，つづく 3～4 日後には産卵を開始した。雌 1 個体当りの産卵数は平均 100 粒であり，産卵後，親は雌雄とも漸次死滅して 1 世代を終つた。

培養密度の上限は 500 m*l* 容ビーカーの場合，m*l* 当り成体 0.3～0.5 尾であつたが，200 *l* 容水槽では m*l* 当り 1～1.5 尾に達することが認められた。

新鮮な卵は，比重 1.020～1.065 の培養液で数時間以内に全部孵化し，1.095 でも 1 日後に大部分孵化したが，市販乾燥卵は比重 1.020～1.025 で 2～3 日間に孵化し，1.060 では孵化しなかつた。この差違は，卵の乾燥度のほか培養液の成分，とくに金属キレートが主な原因と考えられる。

アルテミアの生長・増殖に最適の pH は 7.5～8.5 である。中性ないし微酸性では（特に古い培養液において）卵の孵化が抑制され，これを $CaCO_3$ でアルカリ性にすると 1 夜で多数の孵化幼生が得られた。従つて，このような pH 調節によつて，耐久卵の収穫および培養の継続を自由に制御することが可能である。

要　　約

アルテミア培養の基礎的諸条件について人工海水を用いて検討し，短期間に高い生残率で生長・増殖させる方法を見出した。

得られた結果を要約すれば次の通りである。

1. 通気条件での孵化幼生が，生長速度および生残率において良好な結果を示した。
2. アルテミアの培養液としては，人工海水に食塩を加え（比重 1.04 内外）さらに鉄・マンガンなど金属のキレートを添加したものが最も好適であつた。
3. 金属キレートは，生残率と生長速度の向上および卵の産出促進に顕著な効果を示した。
4. アルテミアの餌料としては，実利面からいつて醱酵廃液乾燥物が最も優れたものであることを認めた。
5. アルテミアは，孵化してから 6～7 日後に生残率 50～65% で成体となつて交尾し，つづく 3～4 日後に産卵を開始した。

文　　献

1) 辻本春彦：“豊年エビの乾燥卵” 科学朝日 **15** (7), 46～49 (1955).
2) PROVASOLI, L. *et al.*: “Nutritional Idiosyncrasies of *Artemia* and *Tigriopus* in Monoxenic Culture”, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **77** (2), 250～260 (1959).
3) PROVASOLI, L. *et al.*: “Axenic Cultivation of the Brine Shrimp *Artemia salina*”, *Biol. Bull.* **117** (2), 347～355 (1959).
4) 猪野　峻：“San Francisco 湾奥における Brine Shrimp の生産状況”，水産増殖，**3** (3), 28～31 (1956).

南太平洋におけるビンナガの釣獲率の分布型について

石 井 丈 夫・檜 山 義 夫

(1961 年 4 月 27 日受理)

SCHOOLING INTENSITY OF ALBACORE IN SOUTH PACIFIC

Takeo Ishii and Yoshio Hiyama*

The frequency distribution of hooked-rate in tuna longline operation had been known already as a form of negative binomial distribution by previous authors. Here, the authors tried to find out the schooling intensity of albacore, represented by a parameter k in formula (1) of negative binomial distribution, from the data about the fishing operation in Southern Pacific, 18°−30°S and 170°E−170°W, during July to November 1955. The fishing ground was devided by a unit area of 4° square, and the hooked-rate (number of fish caught by 1000 hooks in a long line) of each operation during a certain month in a unit area was grouped to be an unit block for analysis of the authors. Among 48 blocks obtained from operation data, merely 18 blocks which has more than 40 operations data were selected for the analysis. The results of analysis are as follows.

1) Frequency distribution of the hooked-rate of albacore seems to be represented by negative binomial distribution from the results of F test of Poisson distribution's divergense coefficient (formula (3)) and test of goodness of fit against the theoretical negative binomial distribution (Table 2, Column 6).

2) Values of k calculated in each blocks using the formula (2) were variable from 2.133 to 7.161 (Table 2, Column 10). About k, Suda (1958) reported already 2.0~4.4 of albacore in North Pacific.

3) The authors calculated a common value of k through out 18 blocks by four methods independent from unit area and month. i) The most likelihood method ($\hat{k}_1=3.817$), ii) Non-weighted mean method ($\hat{k}_2=4.573$), iii) Mean weighted by number of sample ($\hat{k}_3=4.435$), iv) The regression coefficient method ($\hat{k}_4=3.998$) (formula (5)). $\hat{k}_1$ is the best theoretically, but this method is troublesome to calculate. $\hat{k}_4$ by the regression coefficient method is easy to obtain and not so different from $\hat{k}_1$ in this case. The round estimate of value for k is 4.

ま え が き

生物集団の分布型についての研究はその移動や資源量を調査する上に重要である。一般に生物群衆の分布様式としては，1) ランダム分布，2) 蝟集分布，3) 規則分布の3型があげられている[1]。

Population がランダムに分布している場合，単位区域内の個体数の度数分布には Poisson 分布がよく適合する。蝟集分布は1個体が他の個体をその存在区域に誘引する性質をもつとき，すなわち，成群性のある場合に生ずる。この場合，単位区域内の個体数の度数分布は負の二項分布，あるいは Pólya-Eggenberger 分布で表わすことができる。

単位努力当たり漁獲量についても，それが魚群密度の指数と考えると，上記のことがまつたく同様にいえる。キハダ，ビンナガ，メカジキなどの釣獲率の分布型は負の二項分布に適合することが知られており，成群習性のあることが示されている[2)−5)]。また，この成群性は密度の平均値に関係なく種によつて一定していることが昆虫集団について報告されているが[6]，同一種であつても成長段階により産卵，索餌などで変化す

* 東京大学農学部 (Dept. Fish., Fac. Agr., Univ. of Tokyo).

ることも考えられる。ニベなど底魚についても機船底曳網の一網当たり漁獲量の分布が P.E. 分布によく適合することが報告されている[7]。

本報ではビンナガについて 1955 年 7 月～11 月の期間に南太平洋で操業された主に母船式操業の漁況報告を用いて，釣獲率（使用鈎数 1000 本当りの漁獲尾数）の分布型，および成群性の強さを示すと思われるパラメーター k^* について検討した結果について報告する。

本研究を行なうに当たり，資料に関し，いろいろ御世話頂いた水産庁生産部海洋二課ならびに南海区水産研究所の方々に深甚の謝意を表する。

資　　料

資料は 18°－30°S, 170°E－170°W の海域で 1955 年 7 月～11 月に操業された漁船 81 隻の一操業での鈎 1000 本当り漁獲尾数（釣獲率）を用いた。単位ブロックとしては 4° 平方の海域の操業期間 1 カ月の釣獲率を用いた（Fig. 1）。なお，ここで 4° 平方 1 カ月を単位ブロックとする時にはブロック内の等質性の維持と分割によるサンプル数の減少とを考慮して決定した。

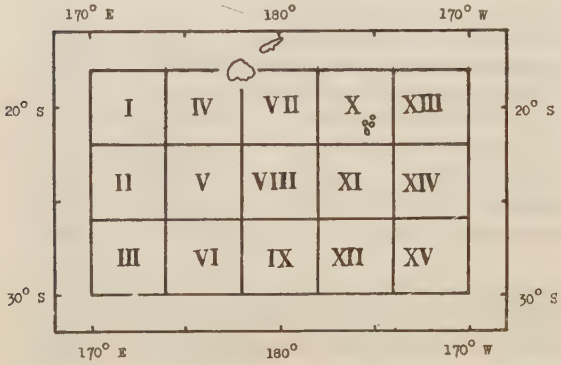


Fig. 1. Unit area number of researching area.

単位ブロックごとの操業数（サンプル数）は 1 カ月 1 海区当り 1 回より 283 回と大きくばらついていたので，ここでは Table 1 に示したように 48 の全ブロックのうちでサンプル数が 40 以上の 18 データのみを用いた。

Table 1. Number of sample in unit area in each month.

Unit Area No.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	Total
July	**38**	**52**	2	13	11		12								128
Aug.	20	**88**	1	17	**190**	9	2	27	23		4	1			382
Sept.	23	**220**	**230**	26	**118**	**61**	8	17	4						707
Oct.	**80**	11	32	**283**	**103**	3	**131**	**101**	9						753
Nov.	**83**	13	11	**98**	**55**		**41**	**49**	3	27	1		7	11	399

No. of sample in Gothic is used to analyze in this paper.
Unit area No. is indicated in Figure 1.

こうして選んだブロックの単位海域は 8 あり，そのうち海域 V は 8 月～11 月の 4 カ月にまたがり，I，II，IV，VII，VIII の 5 海域は 2，3 カ月にまたがつて操業されているが，その他の海域はわずかに 1 カ月の操業結果のみである。

解 析 結 果

負の二項分布は (1) 式で示される[1),6),8),9)]。

$$f(x)=(1+p)^{-k}\cdot\frac{(k+x-1)!}{x!\,(k-1)!}\left(\frac{p}{1+p}\right)^{x} \qquad (1)$$

* k は (1) 式に示されるパラメーターである。

Table 2. Statistical values of 18 blocks.

Column No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Block No.	Month	Unit Area	N	$\bar{x}$	V	F_0	F (0.05)	χ_0^2	ϕ	χ^2 (0.05)	χ^2 (0.01)	k	$\sqrt{V_k}$
1	July	I	38	42.81	402.304	9.397	1.59					5.098	1.432
2		II	52	55.62	791.136	14.224	1.53					4.206	0.987
3	Aug.	II	88	57.59	1408.918	24.464	1.40					2.454	0.458
4		V	190	59.83	635.086	10.615	1.21	16.79	21	32.7	38.9	6.223	0.759
5	Sept.	II	220	40.76	619.872	15.208	1.18	8.41	10	18.31	23.2	2.869	0.340
6		III	230	41.31	841.322	20.366	1.18	50.52**	12	21.0	26.2	2.133	0.254
7		V	118	41.83	417.245	9.975	1.32	8.92	6	12.59	16.81	4.661	0.743
8		VI	61	52.64	517.920	9.839	1.47					5.955	1.297
9	Oct.	I	80	23.40	146.321	6.253	1.38					4.454	0.928
10		IV	283	22.33	104.913	4.698	1.13	9.42	9	16.92	21.7	6.038	0.696
11		V	103	27.48	158.045	5.751	1.37	31.12**	11	19.68	24.7	5.783	1.057
12		VII	131	20.33	134.280	6.605	1.30	27.08**	9	16.92	21.7	3.627	0.596
13		VIII	101	26.48	186.866	7.057	1.37	12.12	9	〃	〃	4.372	0.795
14	Nov.	I	83	38.97	286.231	7.345	1.38					6.142	1.190
15		IV	98	22.70	166.459	7.333	1.37					3.584	0.671
16		V	55	22.17	182.181	8.217	1.53					3.072	0.768
17		VII	41	27.18	124.263	4.572	1.59					7.610	2.288
18		VIII	49	17.32	91.744	5.297	1.53					4.031	1.122

F_0: Divergence coefficient
$F(0.05)$: Value of F distribution of which degrees are $N-1$, ∞ in the 5% significant level
χ_0^2: Sample value of χ^2 in test of goodness of fit
$\chi^2(0.05)$: Value of χ^2 distribution of which degree of freedom is ϕ in the 5% significant level
$\chi^2(0.01)$: 〃 〃 〃 〃 〃 1% 〃 〃
** Significant at 1% level

ただし，x は釣獲率，p, k はそれぞれパラメーターである $(p>0)$。また，母平均 $m=kp$，母分散 $\sigma^2=kp(1+p)$ で表わせる。したがつて，k は (2) 式で与えられる。

$$k=\frac{m}{p}=\frac{m^2}{\sigma^2-m} \qquad (2)$$

また，明らかに $\sigma^2/m>1$ であり．この関係は Poisson 分布の離隔係数[1] (F_0) の検定に用いられ，分布型の判定ができる。

$$F_0=\frac{V}{\bar{x}} \qquad (\phi_1=N-1,\ \phi_2=\infty) \qquad (3)$$

ただし，N はサンプルの大きさ，$V, \bar{x}$ はそれぞれ σ^2, m の推定値である。また，ϕ_1, ϕ_2 は F 分布の自由度である。

したがつて，ブロックごとに $\bar{x}$, V を求めて，(3) 式により F 検定を行ない，F_0 が有意となつたときは，もとの分布がランダムでないと判定できる。

前記のデータから得た各ブロックごとの $\bar{x}$, V は Table 2, Column 2, 3 に示すとおりである。また，$\bar{x}$ と V の散布図 (Fig. 2) で明らかのように，$\bar{x}$ の増加とともに V も急激に増加しており，$\bar{x}=V$ の直線より上方にすべての点があることから (Poisson 分布では $m=\sigma^2$ なる関係がある)，この海域のビンナガの分布については Poisson 分布よりも負の二項分布によく適合することが考えられる。(3) 式を用いた検定の結果も，これと一致する (Table 2, Column 4)。

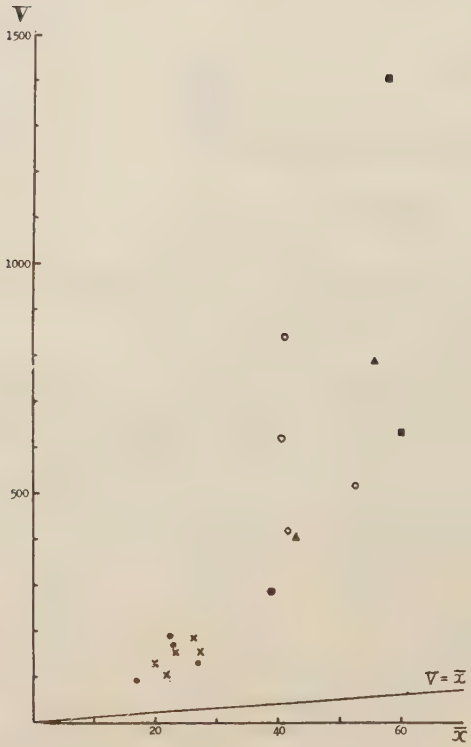


Fig. 2. Relation of mean $\bar{x}$ and variation V. Each point represents $\bar{x}$ and V for the series of catches at the 18 blocks shown Table 2.
▲: July, ■: August, ○: September, ×: October, ●: November

よつて，データより作つたヒストグラム (Fig 3) について，理論的な負の二項分布との適合度の検定を行つた結果は二，三の場合（9月に1ブロック，10月に2ブロック）を除いて有意とならなかつた (Table 2, Column 6)。なお，この適合度検定は18ブロック中サンプル数100以上の8ブロックのみについて行なつた。

したがつて，適合の悪かつた上記3ブロックについてはさらに検討の要があるが，南太平洋のビンナガの釣獲率の分布型は一般に負の二項分布，またはこれに近い分布にしたがつていると考えてよいだろうから，成群性も認められるとみなしてよいと思われる。

また，各ブロックの $\bar{x}$ についてみると，9月以降減少の傾向を示しているが，これは本間・上村 (1957)[10] の結果とよく一致しており，だいたい 10 月以降南下のため本海域では減少するものと思われる。

さらに，(2) 式の m, σ^2 を標本値 $\bar{x}$, V でおきかえると，

$$\hat{k}=\frac{\bar{x}^2}{V-\bar{x}} \qquad (4)$$

となり，これを用いて，ブロックごとに成群性の強さを示すパラメーター $\hat{k}$ を計算すると，Table 2, Column 10 のとおりになり，$\hat{k}$ は 2.133~7.161 の範囲でばらついている。$\hat{k}$ の月による差および単位海区による差はともに明確ではない。

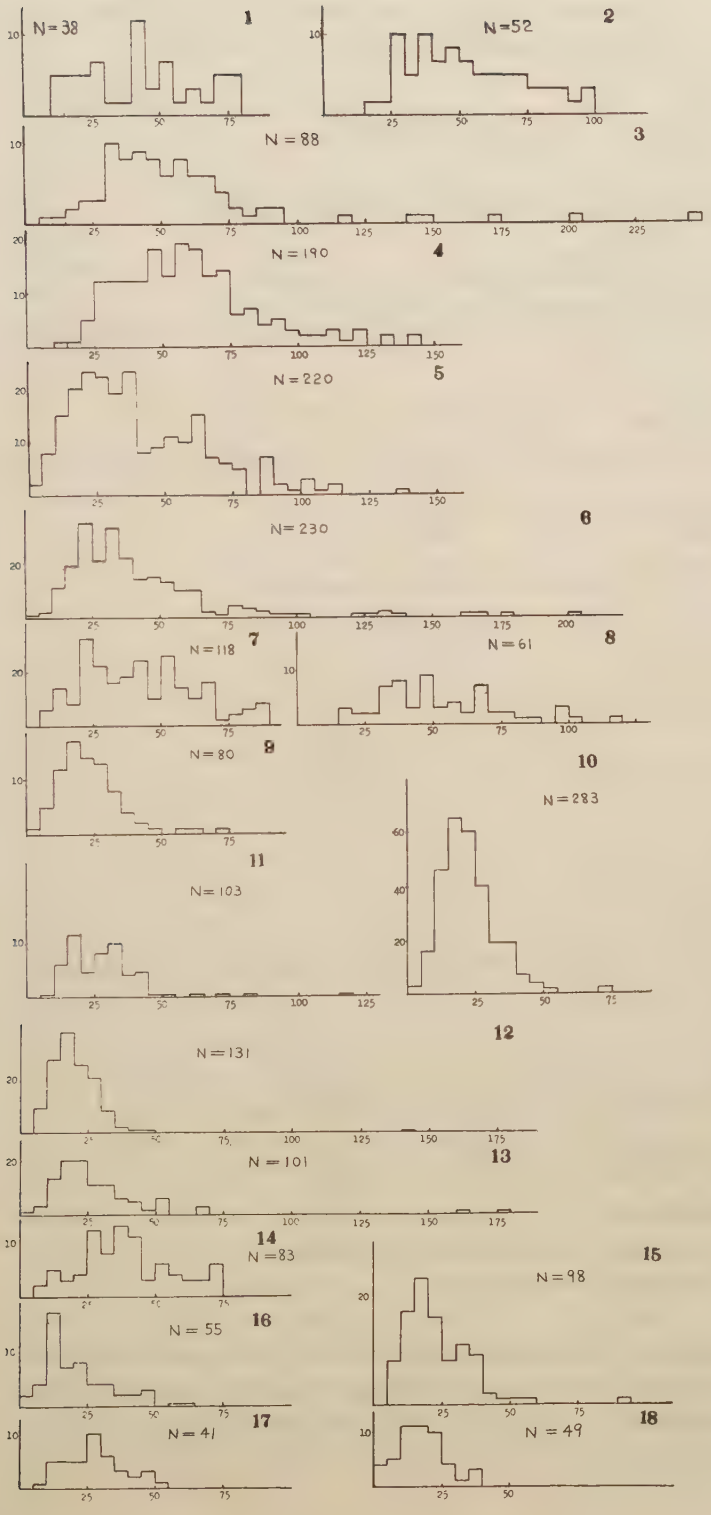


Fig. 3. Frequency distribution of catches per 1000 hooks (hooked-rate).

No. of graph is the block number.

Horizontal axis: catches per 1000 hooks (hooked-rate)

Vertical axis: frequency

N: Number of sample in each block

そこで，この海域におけるビンナガの k の代表的な値を次の4方法で求めてみた。1) 最尤法による方法 ($\hat{k}_1$), 2) 単純平均 ($\hat{k}_2$), 3) サンプル数での重みつき平均 ($\hat{k}_3$), 4) 回帰による方法 ($\hat{k}_4$)。

1) の最尤法は各ブロックについて，

$$T=\frac{(N-1)\,V-(N-1-1/\hat{k}_1)\,\bar{x}\,(1+\bar{x}/\hat{k}_1)}{(\bar{x}+\hat{k}_1)} \qquad (5)$$

を用いて T を求め，その和が 0 になるように $\hat{k}_1$ を決定する。4) の回帰法は(4)式を，

$$\frac{V}{\bar{x}}-1=\left(\frac{1}{\hat{k}}\right)\cdot\bar{x} \qquad (6)$$

と変形し，回帰係数の逆数として $\hat{k}_4$ を求めることができる (Fig. 4)。この4方法による $\hat{k}$ の値はそれぞれ次のようであり，

$$\hat{k}_1=3.817,\quad \hat{k}_2=4.573,\quad \hat{k}_3=4.435,\quad \hat{k}_4=3.998$$

いずれも4に近い。また，これはさきに須田 (1958)[4] が北太平洋のビンナガで得た $k=4$ に近い。

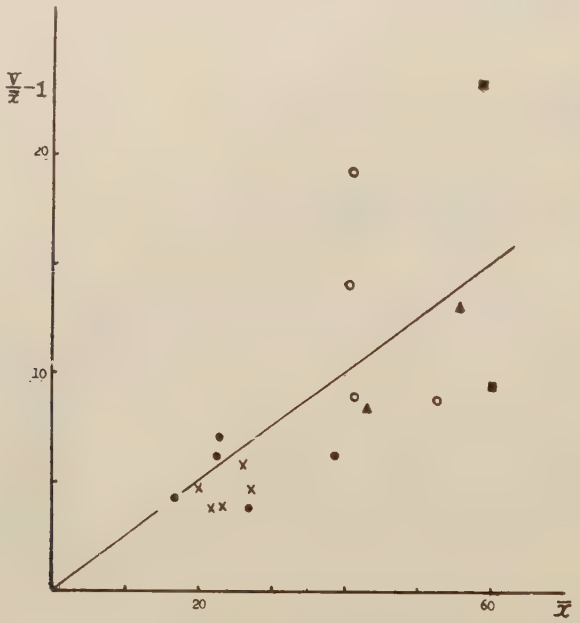


Fig. 4. Relation of mean $\bar{x}$ and $\frac{V}{\bar{x}}-1$, the line is the regression line of $\frac{V}{\bar{x}}-1$ upon $\bar{x}$.
▲: July, ■: August, ○: September,
×: October, ◕: November

各ブロックの k の値と $\hat{k}_1$, $\hat{k}_2$, $\hat{k}_3$, $\hat{k}_4$ との関係は Fig. 5 に示したとおりである。ただし，2つの平均値 $\hat{k}_2$, $\hat{k}_3$ はともに $\hat{k}_1$, $\hat{k}_4$ より大きくなつており，$\hat{k}_1$ と $\hat{k}_4$ との差は小さい。最尤法による $\hat{k}_1$ が与えられたブロックについてはもつとも妥当な値を示すものと思われるが，かなり面倒な計算を必要とする点で，回帰法による $\hat{k}_4$ はかなり有効な値であろう。

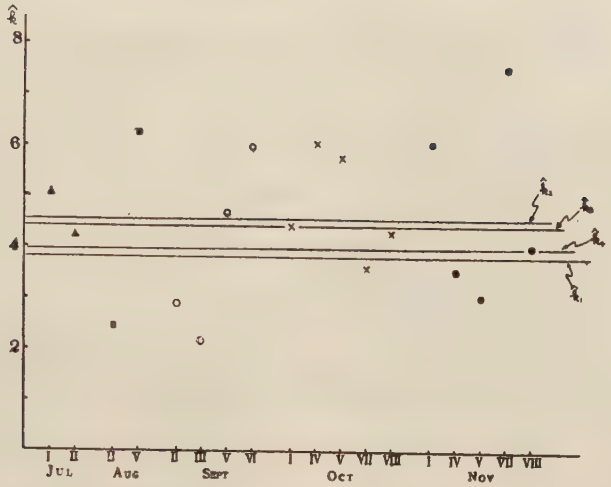


Fig. 5. Sample values of k in each block and a common value of "k" independent from unit area and month ($\hat{k}_i$.)

$\hat{k}_1$: The value by the most likelihood method
$\hat{k}_2$: Non-weighted mean
$\hat{k}_3$: Mean weighted by number of sample
$\hat{k}_4$: The value by the regression coefficient method
▲: July, ■: August, ○: September,
×: October, ●: November
Horizontal axis: unit area number and month
Vertical axis: sample value of k

考　　察

北太平洋のビンナガについて須田 (1958)[4] はパラメーター k (須田は λ を用いている) を求め，2.0～4.4 を得ている。これは 1954～1955 年1月～3月についての6ブロックについて求めたものであるが，著者らの結果より小さい範囲ででている。これは単位期間，単位海域の大きさの相異，魚体の成長段階の相異などにもとづくものと考えられる。

また，単位努力当たり漁獲量の分布型については吉原 (1952)[11]，山本 (1956)[12]が述べているが，これによると漁業統計を用いての1航海当たりまたは1統当たりの漁獲量には対数正規分布のものがある。

さらに，漁獲量その他に関する要因分析を行なう場合，正規仮定を満足させる必要上多くの研究者により正規変換式を決定するため，分布型について研究されている。BARNES (1952)[13]，他[2),3),4),5),7)] は原データの分布が負の二項分布がよく適合することを指摘しており，この場合の変換法を報告している。

本報での南太平洋のビンナガについても釣獲率の分布は負の二項分布とみてよいと思う。ここで重要なことは単位ブロックの等質性が保たれていなくてはならぬことで，単位ブロックの大きさを決めるさい，単位ブロック内で釣獲率の分布が等質化されるようにつくることが必要で，しかし，このようにしても前述のごとく成長や季節により異なつた群構成をすることも考えられるので，等質化はある程度以上には期待できない。分布の適合度検定で有意になつたものについて考慮しなくてはならないだろう。ここでは最初に単位ブロックとしては 4° 平方，1カ月をとつたが，その等質性については再検討する要があろう。さらに数年の資料により $\hat{k}$ の年変動を加味しての考察を行ないたい。

文　　献

1) 鳥居酉蔵：　生態学概説・第7章 (1952).
2) MURPHY, G. I. and K. C. ELLIOTT: *U.S. Fish. and Wildl. Serv. Spe. Sci. Rep. Fish.* No. 119 (1954).
3) 上村忠夫：　南海区水研報告, **5**, 97～118 (1957).
4) 須田　明：　南海区水研報告, **7**, 105～126 (1958).
5) 山中　一：　南海区水研報告, **7**, 37～48 (1958).
6) ANSCOMBE, F. J.: *Biometrics*, **5**, 165～173 (1949).
7) 真子　渺：　本誌, **21**, 67～72 (1955).
8) ANSCOMBE, F. J.: *Biometrika*, **37**, 358～382 (1950).
9) BLISS, C. I.: *Biometrics*, **9**, 176～200 (1953).
10) 本間　操・上村忠夫：　南海区水研報告, **6**, 84～90 (1957).
11) 吉原友吉：　本誌, **18**, 241～244 (1952).
12) 山本　忠：　単位漁獲量の特性について. 農林省統計調査部（資料）, (1956).
13) BARNES, H.: *J. Cons. Int. Expl. Mer.* **18**, 61～71 (1952).

抄　　録

入江内の測流　G. L. PIKARD and K. RODGERS: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **16** (5), 635—678 (1959).

C. B. I. current drag (C)（2枚の直角に組合わされた抵抗板を細い wire で船上から水中に釣り下げ，流れによつて生ずる wire の傾角から流速を知る装置）と Ekman current meter (E) とを実際に使用する立場から，それらの特徴などを比較している。Cは取扱かいが簡便で，しかも1回の測定にEが数分間を要するのに対し，10～15秒で流速と流向とを同時に測定できる。また，Cによれば大きな流速には適さないが 1.8cm/sec の小さい流速でも測定できる。測定誤差は流速では約 3%，流向では ± 5° である。C は 20m 以深では wire の抵抗の影響のために誤差が大きくなる。Eは任意の深さで使用可能であるが，20m 以浅では船体の磁気作用の影響で流向の誤差が大きくなる。流速は理論的な補正を加えても一般にCのほうが大きな値を示す。流速のほか，塩分，水温なども同時に測定して，Knight Inlet の水の動きを観測した。80m の浅いところでは海底まで潮汐の振動流が見られ，無風の場合には上層と下層とで流れが逆向きであつたが，風のある場合には表層数 m にその影響が認められた。350m の深さでは 300m 深さまで振動流が見られ，0～40m，100～250m 層と 40～100m，250～300m 層とでそれぞれ逆向きの流れが見られた。この場合も風の影響は表層 10m 以浅において著しい。（松田　皎）

水中 TV によるニシンの遊泳速度と生態との観測　VIVIEN M. BRAWN: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **17** (5), 689—698 (1960).　1958年6月と9月の2回，水中に入れた函のなかで，水中 TV を用い，ニシンの生態と遊泳速度を観測した。函の大きさは 1.8×1.2×1.2m で，1インチの網目の綿糸網でカバーした。函の一端にテレビカメラを底に平行に着け，照明は 8500 lumen の photoflood bulb で，カメラの上面につけた。さらに流速計を函の内部に固定した。生態の観察は多くの場合 20ft (6.1m) の水深のところで，自然光によつた。実験魚は毎朝ヤナで漁獲したものを使用し，1グループを約 50 尾とした。（I）生態：1. ニシンは平常は函のなかで，濃密な群をなし，函の一端から他端へ急速に泳いでいる。2. 函を吊している観測船の主機関 (27 HP) が始動したとたん，ニシンは飛び上るような上昇運動を行ない，その泳ぎは指向性を失なうようである。3. 自然流（潮の流れ）3～9cm/sec 以上では，ニシンは底より 1ft の高さのなかで，流れに面して泳いでいる。函を曳航して生じた見掛流のなかでも，その動きは自然流の場合と同じであるが，流れがさらに速くなると，後方に下がりながら，なお流れに面し活発に泳ぐ。4. 函が 9cm/sec の速さで深さ 30m まで降下すると，ニシンは函のなかで群をみだし，多くの魚は水平に泳ぐ。函が 18cm/sec の速さで降下するとニシンは函の上部に浮き上り，頭を上方に向ける。（II）遊泳速度：同じ体長の 50 尾のニシンを函に入れ，徐々に速度を増して曳航すると，平衡状態を失なつた魚が現われ，やがて，すべての魚は函のなかで平衡状態を失なう。その魚の数が曳航時間 9～30 分間で 50% に達し，しかもその後1分間残りの魚が平衡状態を保つていたときの函の曳航速度を魚の最大遊泳速度と見なした。この速度は体長によつて変わり，平均体長 15.2 cm のグループでは 91cm/sec，26.7cm のグループでは 143cm/sec であつた。（井上　実）

マグロ類仔魚のアバンダンスの推定について　D. W. STRASBURG: *Fishery Bulletin* **167**, 231—255 (1960).　15航海にわたるハワイ，太平洋赤道水域および仏領オセアニア水域の調査において，0，0～60，70～130，140～200，0～200 メートルの層別プランクトン採集を行ない，マグロ類仔魚の分布およびサンプリング法について考察した。一対のネットを使用して同時採集を行なつた場合，また1つのネットで30分づつ連続2回採集した場合，それぞれのネットの採集仔魚数には有意な差はみとめられない。しかし採集された仔魚の数の分布から，仔魚はパッチ状に分布することが推測され，また1回の採集データを基にしてその密度を推定するときには精度がかなり悪い。多くの仔魚は表層から 60 メートル層で採集されるが，仔魚の垂直移動により昼夜で採集数に差がみられ，この差は深くなるにつれ減少している。したがつて，仔魚の分布範囲である 0～200 メートル層の採集が仔魚の密度を正しく示すように考えられる。カツオやソウダガツオ類の仔魚は 0～60 メートル層で主として夜間に採集されるが，キハダでは日中においてもかなり採集される。キハダ・ガツオの仔魚は午後表層にあらわれはじめ，日没時一時姿を消す。これは DSL の構成員である無脊椎動物性プランクトンの上昇と関連があるように思われる。仔魚の体長級は全長 4.0～4.9 ミリメートルのものがもつとも多い。

各調査地点における釣獲率で成魚のキハダやカツオの密度をあらわし，これと 0～200 メートル層の採集仔魚数との間には有意な関係は得られなかつた。（鉄　健司）

年令組成から生残率を計算する方法　D. S. ROBSON and D.G. CHAPMAN: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **90** (2), 181—189 (1960).　年級ごとの加入量とある年令以上の生残率を一定としたとき，漁獲物中の最小年令 X_0 の個体数が N_0，X_1 が N_1，X_2 が N_2，…… とすると，生残率 S の最良不偏推定値は，$S=T/(n+T-1)$ となる。($T=N_1+2N_2+3N_3+$

$\cdots$, $n=N_0+N_1+N_2+\cdots$) このとき，$(K+1)$才以上がひとまとめになつていると，$S=T/(n-m+T)$ となる（m は $(K+1)$ 才以上の個体数)。分散は全個体の年令査定が行なわれた場合の $1/(1-S^{K+1})$ 倍となる。いいかえれば，同じ精度を必要とするなら，標本の大きさを $1/(1-S^{K+1})$ 倍にすればいい。標本数が多かつたり，年令査定が面倒なときには，漁獲物を体長で層別して副次標本をとり，

$$S=\frac{T^*}{n+T^*-1}+\frac{(n-1)\ \mathrm{var.}\ T^*}{(n+T^*-1)(n+T^*-2)(n+T^*-3)}$$

で生残率の推定ができる（T^* は副次標本の T)。また，体長測定と年令査定の費用の相対比から標本数の適正な配分ができる。halibut の例では年令査定用の標本数は体長測定数の 1/3 となつた。

漁具が一部の年令群のみに効果的に働らくときはその平均年令

$$\bar{x}_K=\frac{S}{1-S}-(K+1)\frac{S^{K+1}}{1-S^K}$$

（K: 最小年令を 0 と code したときの最高年令）から，S が求められる。K が 2～8 のときに，$\bar{x}_K$ から S を見出す表を与えた。（能勢幸雄）

年令査定に用いる耳石の1処理法 G.H. Lawler and G. P. Mc Rae: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18** (1), 47—50 (1961). 年令査定に用いる耳石をグリセリン（50% 水溶液）中に保存しておくと，耳石は透明となつて，年輪の区別が困難となつてくる。この難点を解決するため，50% グリセリン中に 4 カ月間保存して透明となつたナマズの耳石を用いて，次の方法を試みた。耳石をグリセリンから取出して水洗したのち，観察に便利なように薄片を作成する。この薄片を磁製ルツボに入れ，薄片の上に純グリセリンを 1 滴落とす。このルツボを電気乾燥機のなかで 110°C から 225°C の各種の温度に 5 分から 45 分間放置したのち，耳石の年輪の識別の難易を調べた。その結果，160°C 以下では年輪は明らかとならなかつたが，165°～170°C で 25 分，175°～180°C で 20 分，185°～195°C では 10 分で耳石は褐色となつて，年輪が容明に識別できる状態となつた。グリセリンを用いず，耳石のみを熱した場合には，170°C 以下では年輪は明らかとならず，185°C で 45 分，200°C で 40～45 分処理したときだけ年輪が明瞭となつた。225°C 以上では耳石は黒化した。グリセリン中で処理したほうが，低温，短時間で年輪の区別は容易になり，かつ，処理方法が安定していた。（野村 稔）

循環式孵化場における白点病 Johnson, A. K.: *Porg. Fish-Cult.*, **23** (2), 79—82 (1961). Humboldt 州立大の孵化場で 3 万の当才の Steelhead, 5 万のギンマスに白点病が蔓延したが，1 才のニジマス，Cutthroat は当才魚ほどひどくない。孵化池は 72 インチ径の砂礫沪過槽，送気装置をへて完全に循環されており，もとの水は魚のいない湧水であるので，病原は外部から持ち込まれたことは確かである。流行期の循環水の温度は 62～66°F で，この温度では虫体は 8～10 日で成熟して宿主をはなれる。幼虫の游出はもつとも早いもので魚体をはなれて 12.5 時間，おそいもので 52 時間である。したがつて十分な薬剤効果を得るには寄生までの時間よりやや長く最少 1 日 2 回処理するのがよい。効果的な薬剤は 0.25% の食塩と 80 万分の 1 のマラカイトグリーン（塩化物）の混合で，30 分間水浴が行なわれた。薬液は流水を再び溜めて給水口から流された後，最初の貯水槽に入り，大部分は下水渠に落ちる。貯水槽で稀釈された薬液は沪過槽を通して揚水され薬剤の追加をする。装置内の薬物の蓄積は池を清浄すること，沪過槽を逆流することによつて防止された。処置は 11 日間 1 日 2 回行なわれ，ニジマス，Cutthroat に何ら損耗はなかつた。Steelhead, ギンマスの高い斃死率はとまり，また治療中および後に魚が死ないことから継続処置でも本薬剤は魚にとつて毒性のないことがわかつた。（佐野徳夫）

“マリー海の研究” ソビエト科学アカデミー バイカル陸水学試験場報告第 **17** 巻. バイカル湖水域の 1 つであるマリー海の研究は 1951 年に始められ，総合的研究の好対象として海洋漁業などあらゆる分野からの研究が進められている。各研究は一時期，一水域の調査結果ではなく，いずれも長期にわたる極めて莫大な資料に基づいていることが目立つている。生活圏内の食餌関係の調査はその好例である。特に目新らしい理論の展開は見られない。

以下目次を列記する。

緒 言 p. 5
エリ・エリ・ロッソリーモ: マリー海の水温による水界分けの特徴 p. 7
ヴ・イ・ヴェルボロフ: マリー海の流れの問題 p. 34
ヴ・エム・ソコリニコフ: マリー海の氷と雪の性質と氷界の二，三の現象について p. 54
ヴ・ア・トルマチェーフ: マリー海の化学的性質 p. 137
ア・ペ・トルマチェーワとヴ・ア・トルマチェーフ: マリー海に流入する河川の化学的性質 p. 192
ゲ・イ・パトリケーワ: マリー海の海底形状 p. 205
オ・エム・カジョーワ: マリー海の植物プランクトン p. 255
イ・カ・ヴィリソーワ: マリー海の動物プランクトン p. 275
イ・カ・ヴィリソーワ: マリー海の micro-necto-benthos について p. 305
イェ・ア・コリャーコフ: マリー海北部にすむバイカル湖産 pelagic species の分布について p. 313

エム・ユ・ベックマン：マリー海の底棲動物卓越種の分布と生産に関する法則について p. 342
ア・ヤ・バヂカローワとイ・ケ・ヴィリソーワ：マリー海の benthos-feeder の食餌 p. 382
ベ・カ・レクスチン：マリー海産“オクーニ”の年代組成と成長速度 p. 498
ア・ヤ・バヂカローワ：マリー海の端脚類の新種 p. 512
エム・ユ・ベックマン：サグリ・ヌル湖 p. 520

（榎本義正）

西アフリカ沖トロールの網目の選択要因 ALAN R. LONGHURST: *J. Cons*, **35** (3), 318—325 (1960).

西アフリカ沖では約250隻のトロールが操業しているが，近年沿岸資源は減少している。この点に着目し，トロールの cod-end からの小型魚の逃避—網目の選択性—について研究を行なつた(1959)。試験船（ディーゼル，22呎）は A, B, C, D の4隻，cod-end の材料，網目は次の通り。A: 綿，6.74cm, B: ナイロン，5.22cm, C: 綿，4.62cm, D: ナイロン，4.50cm. cod-end にはカバーネットをつける。試験日数は 70 日，操業回数は194回，漁獲物はグチ，スダレダイ等7種類。魚種別にみた体長別残留率 (cod-end に留つた魚の割合) は小型魚ほど小さく，大型魚ほど大きいが，体長に対する頻度分布はスムースな曲線を示さない。これは，大型魚でも若干の魚が網目の破れ目から逃げること，小型魚では魚体の損傷，網目のふさがり——この地方はマングローブ地帯で，その葉や実が cod-end に入ることが多い——さらに *Scyphomedusae*（クラゲ）の入網による魚の麻痺などがあり，地方的な要素の影響が大きい。網目の選択係数 S は逃避率 50 %における体長 (Retention Length: L_{50}) に対する網目の大きさの比で示され，各魚種を通じ 1.45～5.08 の範囲である。S の値は次の点から考慮しなければならない。1) cod-end の材料の違い。綿よりナイロンのほうが S の値は大きい。2) 魚が逃げるのは cod-end のみならず，baiting からも可能であること。また，この地方のように，魚の種類が多く，その平均体長が小さいところでは，Retention Length は逃避率 50% における数値よりも，0% と 100% との差 (R) を用いたほうがよい。$R/L_{50\%}$ は魚の形，活動力や習性，cod-end の破れやふさがりに関係する。標識放流中の自然死亡率をトロール網のなかの生残率とみなし，生残率と $R/L_{50\%}$ との関係を求めると，生残率の高い魚種ヒラ Lati (*Ilish africa*)，グチの一種 Lady fish (*Pseudotolithus senegalensis*)，ツバメコノシロの一種 Shinenose (*Galeoides polydactylus*) ほど $R/L_{50\%}$ の値も大きいことがわかつた。（井上 実）

細菌細胞における合成と統制機構 E. F. GALE: *Synthesis and Organization in Bacterial Cell*, 1—110 (1959). 本書は，1959年 Rutgers 大学でもたれた講義をまとめたものであり (CIBA lectur), JOHN WILEY & SONS 社より出版されている。全体で3章からなり，はじめに細菌細胞の構成分にふれ，細胞壁中のアミノ酸組成は，グラム陽性菌と陰性菌では，かなり異なり，これを構成している peptide には，muramic acid, ribitol phosphate が関与しているとし，lysozyme によつて細胞壁が消化される場合の機構についてふれている。また，細胞膜は，細胞壁と異なり，リポ蛋白が主成分であり lipide の合量がきわめて高い。polypeptide である抗性物質，tyrocidin, polymyxin などは，この細胞膜に結合して生育阻害を示す。第2章は，細菌細胞がアミノ酸をとりいれる場合の特異性を述べ，そのさい “soluble rna” の重要な役割について解説している。第3章は，核酸と蛋白の合成という表題であるが，蛋白合成にさいしての rna および RNA, DNA の役割，また核酸合成にさいしての重要アミノ酸，そして，penicillin および chloramphenicol の作用様式の相違を利用して行なつた，核酸および蛋白の合成についての結果を解説している。最後に1959年までにえられた知見に基ずいて，蛋白合成の模式図を示している。各章ごとに，系統だつて解説し，甚だ興味ある文献である。（内山 均）

魚油の自動酸化—I. 自動酸化したサケ油中の揮発性のモノ・カルボニル化合物 T. C. YU, E. A. DAY and R. O. SINNHUBER: *J. Food Science*, **26** (2), 192—197 (1961). 酸化魚油の “fishy odor” の原因になる物質として揮発性のカルボニル化合物について検討した。サケの油を酸素で充満したビンのなかに入れ，僅かな酸素圧を保ちながら，毎日振盪して 40 日間放置し酸化する。この油の過酸化物価は酸化前には 2.4 meq/kg であつたが，酸化後には 162 meq/kg となり，また TBA 値は 40.2 から 1800 にまで増加した。この油を 40°C で真空蒸留して揮発性のモノ・カルボニル化合物を DNP-hydrazone 誘導体として得た。この DNP-hydrazone 混合物を partition column chromatography にかけて 10 個の band を分離した。この 10 個の band の各々を partition column chromatography と paper chromatography の組合わせによつて分離し 28 個の区分を得た。これらの区分のうち吸収極大と融点の測定によつて次の 15 のモノ・カルボニル化合物を確認した。*n*-nonanal, Dec-2-enal, *n*-octanal, Non-2-enal, Oct-2-enal, Dec-2, 4-dienal, *n*-hexanal, *n*-pentanal, Hex-2-enal, Pent-2-enal, Hept-2, 4-dienal, *n*-propanal, But-2-enal, *n*-ethanal, Prop-2-enal. （小泉千秋）

運動および運動の抑制が筋肉の蛋白組成にあたえる影響 E. A. S. HELANDER: *Biochem. J.*, **78** (3), 478—482 (1961). *Guinea pigs* およびウサギを試料とし，これらを運動させた場合と，運動を抑制して飼つた場合との骨格筋の組成を比較した。myofilament 蛋白，sarcoplasm 蛋白，stroma 蛋

白，非蛋白窒素，全窒素，水分を測定した。第1の実験では，*Guinea pigs* を3つのグループにわけた。すなわち，1.…非常に小さなオリに入れて運動を抑制する。2.…はげしい運動をさせる。3.…コントロール。その結果，はげしい運動をさせたものは他の2つのグループよりも myofilament 蛋白の含有量が多かつた。第2の実験は，ウサギを長時間，きびしく運動抑制をして飼つて，コントロールと比較した。その結果，運動抑制を行なうと，myofilament 蛋白が減少し，Sarcoplasma 蛋白が増加した。しかしStroma の量はまつたく変化をうけなかつた。運動は，myofilament の密度を増し，一方，運動を抑制すると myofilament の密度が減少する。筋収縮の強さは myofilament の横断面の面積の大小をもつていわれるが，これらの方法は以上の実験から修正されねばならないかもしれない。なんとなれば1つの筋肉細胞と他のそれとは収縮物質の含有量が非常に違う場合があるからである。（鈴木たね子）

細菌芽胞（Clostridium group）の形成および発芽時の電子顕微鏡による観察 A. TAKAGI, T. KAWATA and S. YAMAMOTO: *J. Bact.*, **80** (1), 37–46 (1960). 電子顕微鏡による細菌芽胞形成時の形態については，はじめて ROBINOW (1953) が明らかにしている。以来，多くの，この種の観察が報告されているが，それらは Bacillus 属の芽胞についてのものが多い。本報告では，*Clostridium butyricum* および *Cl. botulinum* type E の芽胞の形成時および発芽時の形態変化について記述されている。芽胞は osmic 酸で固定後，monomer mixture (*n*-butyl methacrylate-methylmethacrylate) に包埋し，常法にしたがつて切片とし，7,000～15,000 倍で観察している。37°C に7時間培養した母細胞中には，網状の核が形成され，芽胞はこれを中心として形成される。17 時間後には，forespore がみられるようになり，その周囲の一部分には，spore coat の形成をみる。そして72時間後には完全な芽胞がつくられる。この芽胞を外側から内部に向つて観察すると，outer spore coat，中間層，inner spore coat，cortex および nuclear element のある中心部という構造をとつている。発芽時には inner spore coat と cortex が膨潤し，最後にこれがみえなくなつたときに，新らしい栄養細胞の形成をみる。本文には，20枚におよぶ写真が集録されてあり，上述の諸変化が明瞭に記録されている。

（内山　均）

マグロ，カツオおよびクジラのヘモグロビンとミオグロビンの SH 基 W. D. BROWN, M. MARTINZ and H. S. OLCOTT: *J. Biol. Chem.*, **236** (1), 92—95 (1961). BENESCH の電流滴定法により SH 基を定量し，SCHRAM の過ギ酸酸化法によりシスチンとシスティン残基をシステン酸として定量し次のような結果を得た。キハダ，ビンナガおよびカツオのミオグロビンは電流滴定法によれば，その1分子中に2個の SH 基の存在が認められるが，過ギ酸法で得られた half cystine 残基は1個である。したがつて，これらのミオグロビン分子には SH 基以外に Ag^+ との結合点があると思われる。ビンナガおよびカツオのヘモグロビンではそれぞれ8および5個の SH 基が認められたが，half cystine 残基はいずれも8個であつた。尿素で変性させても滴定による値に変化はなかつた。ザトウクジラのヘモグロビンでは2個の SH 基が滴定され，half cystine 残基は4個であつた。タバコモザイクウィルスのかくれた (masked) SH 基は，pH 9 の sodium dodecyl sulfate 溶液中で滴定されるが，その subunit 当り1個の SH 基が認められた。また卵白アルブミンでは4個の SH 基が認められた。（永山文男）

蛋白質中のシスチン＋システィンの定量法 A. N. GLAZER and E.L. SMITH: *J. Biol. Chem.*, **236** (2), 416—421 (1961). 濃い酸の下で起こる disulfide 反応 ($RSSR + H^+ \rightleftarrows RS^+ + RSH$, $RS^+ + R'SS'R \rightleftarrows RSSR' + R'S^+$, $R'S^+ + RSH \rightleftarrows RSSR' + H^+$) を利用して，蛋白質中のシスチン＋システィンを定量する。すなわち，9.6 N HCl 中で蛋白質と N, N′-bis-2, 4-dinitrophenyl-cystine (di-DNP-cystine) とを 39°C, 2～21 日反応させ，生じた mono-DNP-cystine を定量する。mono-DNP-cystine の定量法は，反応液の一定量をとり，残存する di-DNP-cystine をエーテルで抽出除去し，6 N HCl で希釈して 357mμ の吸光度を読む。また蛋白質の濃度は 9.6 N HCl 溶液中の 280 mμ の吸光度により求める。mono-DNP-cystine の生成反応は可逆的で，反応液の蛋白質濃度の函数であるから，種々の蛋白濃度の試料について反応を平衡させて，mono-DNP-cystine と蛋白質のモル比を蛋白質濃度に対してプロットし，蛋白質濃度零のときの値を外挿法により求め，蛋白質1分子中のシスチン＋システィンの量を求める。本法により 12 種の蛋白質について定量を行ない，他の文献の値とよく一致することを認めた。（永山文男）

雑　　録

○理　事　会

開催日　昭和 36 年 6 月 23 日（金）午後 2 時
場　所　東京水産大学大会議室
出席者　田内会長以下 15 名
議　題

1) 昭和 37 年度年会は東京水産大学で開催される旨大島関東支部長より報告された。
2) ケミカルアブストラクトに本会雑誌を寄贈することを決定した。
3) 年会シンポジウム論文の掲載についての 5 月理事会決定事項を編集委員会で検討中の旨編集長より報告があつた。
4) 新入会員にはその年度の会誌（4 号～次巻 3 号）を送ることになつているのでその巻の 1~3 号まで希望の者には毎号 $\frac{\text{普通会費}}{12}$ ＋郵送料を払つてもらうこととする。
5) 原稿用紙代は郵送料値上げのため会告（Vol. 27, No. 6）のとおり値上げとする。
6) 入会承認　個人 16 名

○編集会議

日　時　昭和 36 年 6 月 23 日
場　所　東京水産大学大会議室
出席者　編集長以下 10 名
議　事

1. シンポジウム記録の印刷，編集上の問題について討議した。
2. 速報の取扱いは従来通りに行うことにした。

昭和 36 年度文部省科学研究費について

文部省科学研究費等分科審議会委員
一般　松江吉行・化学　岡田郁之助

文部省科学研究費のうち水産関係（ただし 6 部農学内のものだけで，他の機関研究・各部にまたがる総合研究・輸入器械などは除く）では下記のとおり採択が決定いたしましたのでお知らせします。

原則として総合研究は 3 年．試験研究は 2 年．各個研究は 1 年です。総合研究と試験研究については，その内容を紹介するため，研究分担者と課題名をあげましたが，申請書によりましたので，実施計画とは多少異なるところがあるかも知れませんので，この点御了承ください。

1.　昭和 36 年度申請ならびに採択課題数

		申請件数	採択件数	決定額（万円）
総合研究		6	4（新規 1，継 2 年 2，継 3 年 1）	485
試験研究		29	14（新規 7，継 7）	840
各個研究	一般	176	24（A 17，B 7）	409
	化学	130	20（A 14，B 6）	324
	計	306	44（A 31，B 13）	733
			合計	2,058*

* 昭和 35 年度に比し 401 万円増

2. 総合研究

「日本周辺における深海生物の総合的研究」　代表者　東大　末広　恭雄（140 万円，継2年目）

末広恭雄・岩井英次（京大）：深海における遊泳性動物の分類，生態および生理に関する研究

岡田弥一郎（三重大）：深海魚の分類学的および形態組織学的研究

堀越　増興（御茶大）：深海における底棲動物の分類および生態に関する研究

熊凝武晴・石野　誠（東水大）：深海生物の採集器具に関する研究

丸茂　隆三（気象庁）：深層水の指標プランクトンに関する研究

小牧　勇蔵（東大）：深海性マクロプランクトンの生態学的研究

多賀　信夫（東大）：深海水域の微生物に関する研究

「まずめの現象に関する研究」　代表者　東水大　佐々木忠義（110 万円，新規）

佐々木忠義（東水大）：まずめの現象の光学的研究

久保伊津男・宇野　寛（東水大）：まずめの現象の生物学的研究

今村　豊・神田献二（東水大）：まずめの現象の漁撈学的研究

永田　正・三善清旭・谷田一儁（東水大）：まずめの現象の魚探による研究

草下　孝也（東大）・深沢文雄（水講）：まずめの現象の生態学的研究

大柴五八郎・渡辺精一（理研）：まずめの現象の海中照度測定による研究

岡見　登（理研）：まずめの現象の水中照度の角度分布測定による研究

「原子力施設その他より廃棄される放射性物質による水産生物の汚染とその生理的影響に関する総合的研究」　代表者　三重大　岡田弥一郎（125 万円，継続2年目，ただし今年限り）

岡田弥一郎（三重大）・檜山義夫（東大）・松平近義（東北大）・富山哲夫（九大）・斎藤　要（鹿大）：水産動植物による放射性物質の摂取および食物連鎖による生物間転移と回帰量の研究

日比谷京（東大）・小林新二郎（北大）・岡田郁之助（東水大）：水産動植物の生理および発生におよぼす放射性物質の影響

「軟体動物エキスに関する研究」　代表者　東北大　土屋　靖彦（110 万円，継続3年目）

鴻巣　章二（東大）：軟体動物エキスのアミノ酸

斎藤　恒行（北大）：軟体動物筋肉の核酸分布

三宅　正人（三重大）：軟体動物エキス中のビタミンB群

小野　豊樹（東水大）：軟体動物の解糖系に関する研究

麓　禎　康（神大）：軟体動物エキス分オクトピンの研究

浅野　元一（東北大）：軟体動物の糖代謝調整物質

清水　亘（京大）：軟体動物肉エキスに関する研究

土屋　靖彦（東北大）：軟体動物エキスの加工化学的研究

3. 試験研究

「漁況要因の時空間微積分値表示とその応用」　代表者　北大　黒木　敏郎（55 万円，新規）

黒木敏郎・佐藤　修（北大）：微積分値表示器材とその活用法の研究

小林新二郎・結城了伍・平田八郎（北大）：漁況要因値と魚類生態との関係の研究

柏田　研一（鹿大）：生化学的微積量の研究

「漁具の適性に関する研究」　代表者　東水大　近藤　仁（70 万円，新規）

近藤　仁・鈴木　誠・浜田悦之（東水大）：漁具の構造力学的具備条件に関する研究

本多勝司・平山信夫（東水大）：漁具の材料学的具備条件に関する研究

神田献二・井上　実・小池　篤・竹内正一（東水大）：漁具の漁法的具備条件に関する研究

「南極航海時における海鷹丸採集生物の総合調査研究」　代表者　東水大　妹尾　次郎（50 万円，継続）

妹尾　次郎（東水大）：　浮遊生物の一部その他無脊椎動物の調査研究
海老名謙一（水大）：　魚類の調査研究
滝　　巖（広大）：　軟体動物の調査研究
小牧　勇蔵（東大）：　浮遊生物の調査研究
岩佐　正夫（成蹊大）：　腔腸動物・端脚目等の調査研究
谷田　専治（東北水研）：　海綿動物の調査研究

「小型歯鯨類の資源生態学とその応用に関する研究」　代表者　三重大　岡田弥一郎（50 万円，継続）
岡田弥一郎（三重大）：　胎児および発生
吉原友吉（東水大）：　資源量の変動
西脇　昌治（鯨研）：　社会構造の解明とこれに基づく資源保護対策
日比谷　京（東大）：　性的成熟度
神谷　敏郎（東大）：　聴覚と群行動
水江　一弘（長大）：　九州西方海域の小型歯鯨資源

「魚類血液学の水産への応用に関する研究」　代表者　北大　小林新二郎（60 万円，継続）
（1）　生理状態等の判定
小林新二郎（北大）：　血清・血漿中の無機イオン
結城　了伍（北大）：　血球組成および血清蛋白質
日比谷　京（東大）：　血液中色素および血液像
田村　修（長大）：　ヘモグロビンおよび酵素の量的変動
村地　四郎（広大）：　眼底部血管所見
佐野　徳夫（東水大）：　養魚の血液性状
（2）　種族の判別
末広　恭雄（東大）：　サケ・マス類およびサバ類
鈴木　秋果（南海水研）：　マグロ類
藤野　和男（鯨研）：　鯨類

「海産養殖用種苗に関する研究」　代表者　広大　日下部台次郎（50 万円，継続）
日下部台次郎・村上　豊（広大）：　瀬戸内海における海産養殖用種苗に関する研究
大島　泰雄（東大）：　本州中部地区における海産養殖用種苗に関する研究，特に浜名湖産クルマエビの種苗化に関する研究
水江　一弘（長大）：　長崎県を中心とする九州地区における海産養殖用種苗に関する研究
原田　輝雄（近畿大）：　和歌山県を中心とする海産養殖用種苗に関する研究

「有機泥利用による餌料生物の大量培養に関する研究」　代表者　東北大　松平　近義（50 万円，新規）
松平　近義（東北大）：　有機泥利用による餌料生物の大量培養と土壌の物理化学的研究
狩谷　貞二（東北大）：　赤虫の大量培養に関する研究
津田　勉（東北大）：　プランクトン培養による有機泥の栄養価に関する研究
代田　昭彦（東北大）：　赤虫・イトミミズの採卵に関する研究

「鮭鱒稚魚の海水飼育の研究」　代表者　北大　田村　正（50 万円，新規）
田村　正・富士　昭（北大）：　海中生簀網中の飼育実験
佐藤　隆平（東北大）：　海中に水槽を浮べる飼育試験
小林　哲夫（さけ・ます孵化場）：　淡水中飼育実験
田村　正（北大）・小林哲夫（さけ・ます孵化場）：　稀釈海水中飼育実験

「フナの増殖に関する研究」　代表者　資源研　中村　守純（60 万円，新規）
中村守純・泉川　香（資源研）：　フナの品種改良に関する研究

稲葉伝三郎・野村　稔（東水大）：　フナの品種別飼育試験
大杉久治・栗原伸夫（長野指導所）：　フナの集約的飼育に関する研究
加瀬林成夫・中野　勇（霞ケ浦水産事務所）：　天然水域におけるギンブナの養殖方法に関する研究

「魚貝類有毒化の経路および機構に関する研究」　代表者　東大　松江　吉行（70 万，継継）
松江　吉行（東大）：　水を通しての毒化機構
橋本　芳郎（東大）：　餌を通しての毒化機構
河端　俊治（予研）：　放射性標識化合物による魚貝類の有毒化機構の研究
浅野　元一（東北大）：　ヒメエゾボラ貝中のテトラミンの生合成
保田　正人（長大）：　重金属類の生態系物質代謝機構と毒性化との関連

「抗生物質による漁獲物の鮮度保持に関する試験研究」　代表者　九大　富山　哲夫（75 万円，継続）
富山哲夫・米　康夫（九大）・銭谷武平（長大）・柿本大壱（鹿大）：　抗生物質の連続使用による耐性菌の出現
富山哲夫・米　康夫（九大）・銭谷武平（長大）・柿本大壱（鹿大）・福田博業（宮崎大）：　耐性菌出現が鮮度保持におよぼす影響
富山哲夫（九大）・片山輝久（広大）・福田博業（宮崎大）：　耐性菌による腐敗度の判定法

「北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の利用に関する研究」
代表者　北大　谷川　英一（75 万，継続）
谷川　英一（北大）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の塩蔵ならびに乾燥時における肉質の変化
清水　亘（京大）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の腐敗性と煉製品原料としての利用
松浦　文雄（東大）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の肉蛋白ならびにエキスのアミノ酸組成
右田　正男（東海水研）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の肉蛋白の冷凍変性およびその防止
高橋　豊雄（東海水研）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）の利用に関する組織学的研究
岡田　稔（東海水研）：　北洋産魚類（特にタラ・カレイ類）のねり製品原料としての適性判定およびその改善

「海藻の化学的完全利用に関する研究」　代表者　東大　高橋　武雄（75 万円，新規）
高橋　武雄（東大）：　アルギン酸の工業的応用に関する研究
岡田郁之助（東水大）：　寒天製造の改良の研究
三宅　正人（三重大）：　寒天製造残滓の利用の研究
舟木好右衛門（東工大）：　寒天原藻よりマクニン製造法の研究
勝浦嘉久次（静大）：　紅藻粘質物の研究
小島　良夫（水講）：　寒天製造の改良の研究

「フイッシュ・ソリュブル製造に関する研究」　代表者　広大　松本　文夫（50 万円，新規）
松本　文夫（広大）：　製造工程中の変質防止
秦　満夫（東北大）：　品質の改良
須山三千三（東水大）：　原料魚貝類のエキス成分
伊藤　啓二（広大）：　未知有効成分の確認
藤井　久（日本水産研）：　工業化試験

4. 各個研究

A　水産一般　　○ 印は B 研究，（）内は金額（万円）

「魚類の生殖に関する研究」　北大　山本喜一郎（20）
「魚類の聴覚特性関する生物物理学的研究」　北大　黒木敏郎（26）
「魚類の血球組成比率の変化に関する生理学的研究」　北大　°結城了伍（8）

「世界重要カキ品種の比較生理学的研究」　東北大　今井丈夫 (20)
「底質の生産性におよぼす影響」　東北大　松平近義 (20)
「同種免疫を用いた重要魚種の系統判定法の研究」　東大　末広恭雄 (25)
「有用裂脚類の漁業生物学的基礎研究」　東大　松江吉行 (20)
「水流の魚群の行動に与える影響」　東水大　神田献二 (20)
「漁具の水中における形状について」　東水大　°平山信夫 (8)
「養鰻池の餌場の効果に関する研究」　東水大　稲葉伝三郎 (20)
「マアジの漁況，資源学的研究」　京大　松原喜代松 (26)
「瀬戸内海産ミクロプランクトンの生態に関する研究」　広大　小山治行 (20)
「海中の大型懸濁物“ヌタ”に関する研究」　広大　°遠藤拓郎 (8)
「マアジの資源生物学的研究」　九大　塚原博 (20)
「浮遊性魚卵の形態および生態学的研究」　九大　°水戸敏 (8)
「アサリ等二枚貝類と共生する橈脚類の生態学的研究」　長大　高良夫 (20)
「有用海産魚の採卵用親魚の育成と子，稚魚の養成の研究」　長大　道津喜衛 (20)
「薩南海域の曽根の漁場形成機構に関する研究」　鹿大　田ノ上豊隆 (21)
「単細胞紅藻チノリモの人工培養に関する研究」　鹿大　野沢洽治 (20)
「魚群の行動に関する研究」　三重大　°野沢靖 (8)
「養魚池の生産増強に関する研究」　三重大　川本信之 (15)
「養鰻池の水変りの予防の研究」　三重大　伊藤隆 (20)
「西部太平洋におけるビンナガ洄遊機構に関する研究」　東海大　°井上元男 (8)
「プランクトンの食性に関する研究」　日大　°門田定美 (8)

B　水産化学

「魚類筋肉の複合脂質に関する研究」　北大　五十嵐久尚 (18)
「有用藻類の食品化学的研究」　北大　村田喜一 (20)
「水産動物筋肉の酵素化学的研究（魚類と軟体動物の解糖酵素系の比較生化学的研究）」　北大　吉村克二 (18)
「水産酵素食品の化学的研究」　東北大　土屋靖彦 (20)
「魚貝類の棲息環境適応力増大に関する研究」　東北大　°野村正 (8)
「魚肉冷凍中の肉色変化に関する研究」　東大　松浦文雄 (22)
「水産動物のアミノ酸代謝に関する研究」　東大　鴻巣章二 (19)
「飼料の品質改良に関する研究」　東水大　猿谷九万 (22)
「かつお節の香気成分に関する研究」　東水大　野中順三九 (18)
「γ線による缶材の変化」　東水大　°平野敏行 (8)
「腐敗細菌のアミノ酸脱炭素作用について」　京大　木俣正夫 (20)
「魚肉筋肉の蛋白組成」　京大　°志水寛 (8)
「テナガダコ毒の研究」　神大　°麓禎康 (8)
「魚類腐敗菌の螢光染料による類別に関する研究」　広大　浅川末三 (20)
「魚体表面の粘性物質に関する研究」　九大　富安行雄 (19)
「魚毒に対する魚の反応に関する研究」　九大　°石尾真弥 (8)
「漁船乗組員の労働と栄養摂取に関する研究」　長大　保田正人 (20)
「魚油酸化酸の毒性に関する研究」　宮大　°福田博業 (8)
「カツオ幽門垂中の未知因子に関する研究」　鹿大　柿本大壱 (20)
「水産煉製品に関する研究」　三重大　三宅正人 (20)

海洋総合研究所設立運動の経過について

海洋総合研究所の設立は，最近東大付置の研究所として予算化を図る段階に至り，東大および文部省においてその予算要求の事務的措置に着手したので，学会の行う設立促進運動はすでに目的を達したものと考えられる。学会の促進運動は日本海洋学会と合同の 16 人委員会が主として行つていたので，ここに同委員会は解散することになつた。解散に当り簡単にその設立運動の経過を報告する。

日本水産学会においては昭和 32 年4月の評議員会において漁業学研究所設立運動の提唱が田内会長より行われ，起草委員会が設けられたに始まり，同年趣意書および構成案が作成されたが，その前年日本海洋学会より国立海洋研究所設立の提唱があり，その後両研究所の合体案を作成することとなつた。その結果，昭和 33 年1月両学会共同で海洋総合研究所の設立方を日本学術会議に建議したが，同会議でこれを審議の結果，同年4月の第 26 回総会において同研究所の設置を政府に勧告する案が決議された。同案は同年5月科学技術庁長官に送られ，同庁ではさらに審議の結果，学術的機関であることにより文部省所掌を適当と認め，同年8月文部大臣に対して設置について取りはからい方を依頼した。文部省ではただちにこの審議を同省の国立大学研究所協議会に付記，同協議会ではとくに海洋総合研究所小委員会を設置し，約2年有余慎重審議の結果，昭和 36 年6月，研究所設立の措置を早急に講ずること，東大付置の共同利用研究所とすることが適当であること，研究部門は 15 部門とすることなどを内容とする結論を得，これに対して東大の了解が得られたものである。

この間日本水産学会は海洋学会とともに前記 16 人委員会を中心として，上記国立研究所協議会の小委員会日本学術会議海洋学研究連絡委員会（後に海洋学特別委員会）内の海洋総合研究所設立促進実行委員会などに会員を送つており，実施具体案の改正，関係各方面への説明，関係書類の作成その他に努力を重ねて来たものであるが，ここに一応の目的を果して解散することは同慶の至りである。(36. 7. 1)

原子炉利用研究者グループについて

関西研究用原子炉研究者グループ発起人一同より次記の趣意の申入れがあつた。

全国の大学共同利用を目的とした京都大学附置の関西研究用原子炉は土地問題も打開される見通しがつき原子炉の建設・装置の整備等の作業が始まろうとしています。

今回別紙のような原子炉利用研究者グループを組織して，全国関係研究者の総意を反映し実験所の運営を円滑にすることになりました。

就きましては，貴学会におかれましても以上のような趣旨に御賛同下さいまして学会誌等による周知方をよろしく願い上げます。

なお第一回の申込締切は一応七月末日となつていますが，その後におきましても随時申込を受付けることになつていますから念のため申添えます。

原子炉利用研究者グループ規約（案）および入会申込書が本会に来ておりますので御希望の方々にはお送り致します。

新着外国文献案内 (1961.7.1~31)

PERIODICALS

Boletim do Instituto Oceanografico. São Paulo. Tomo XI. Fasc. 1. 1960.

Bulletin de l'Institut International du Froid. Paris. Tome XLI. No. 2. 1961.

Chesapeake Science. Solomons. Maryland. Vol. 1. No. 3-4. 1960.

Commercial Fisheries Review. Fish and Wildlife Service. Washington. D. C. Vol. 23. No. 5. 1961.

Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes. Paris. Tome XXV. Fasc. 1. 1961.

Roczniki Nauk Rolniczych. Warsaw. Tom 75. Seria B. Zeszyt 4. 1960. Tom 76. Seria B. Zeszyt 1. 1960. Tom 77. Seria B. Zeszyt 1. 1960. Tom 77. Seria B. Zeszyt 2. 1961.

Tidskrift for Hermetikindustri. Stavanger. Norway. Aargang 47. Nr. 5. 1961.

Tulane Studies in Zoology. New Orleans. Vol. 8. No. 3. 1961.

U. S. Industrial Digest. New York. Vol. 3. No. 3. 1961.

REPRINTS

HOLLIDAY, F. G. T. and BLAXTER, J. H. S. (1961) The effects of salinity on herring after metamorphosis. J. mar. biol. Ass. U.K. Vol. 41. pp. 37-48.

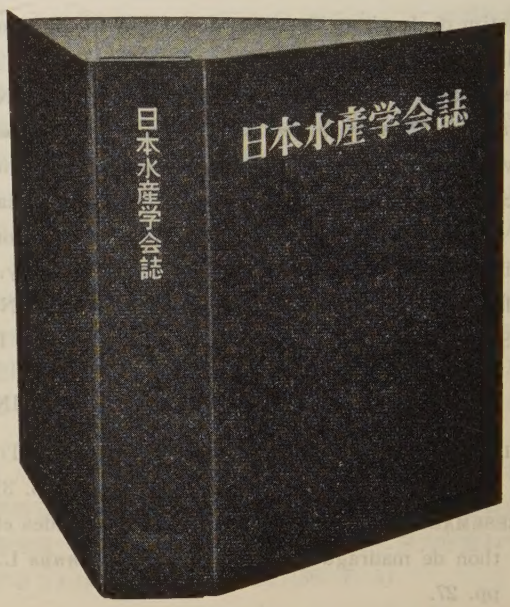
MEESEMAECKER, R. et SOHIER, Y. (1961) Etudes et recherches sur la fabrication des conseves de thon de madrague Maroc (*Thunnus thynnus* L.). Revue de la Conseve. dec 1960 et janv. 1961. pp. 27.

PONS, R. D. (1961) Desenvolvimiento economico de la pesca costera. (Zona Mar del Plata). Publication miscelanea. Secretaria de Estado Agriculturay Ganaderia de la Nacion. Buenos Aires. No. 420. pp. 56.

RILEY, F. (1961) Fur seal industry of the Pribilof Islands. 1786-1960. Fishery Leaflets. U. S. Fish and Wildlife Service. No. 516. pp. 14.

STEELE, J. H. and BAIRD, I. E. (1961) Relations between primary production, chlorophyll and particulate carbon. Limnology and Oceanography. Vol. 6. No. 1. pp. 68-78.

会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知



水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあげず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価　厚さ 4.5cm　¥ 120

〃　6.0cm　¥ 130

1冊　〒¥ 50

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。

○学会所定原稿用紙 価格送料共　金 120 円

但し掲載カード送付御希望の際は重量超過のため5枚ごとに 10 円ずつ追加となります。

昭和三十六年八月二十日 印刷
昭和三十六年八月二十五日 発行

第二十八巻 第八号

本号定価 170 円
(送料別)

編集兼発行者　大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京 59529番
電話 (451) 2200番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社 国際文献印刷社

発売所　株式会社 国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446・9635